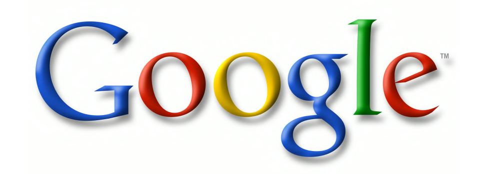
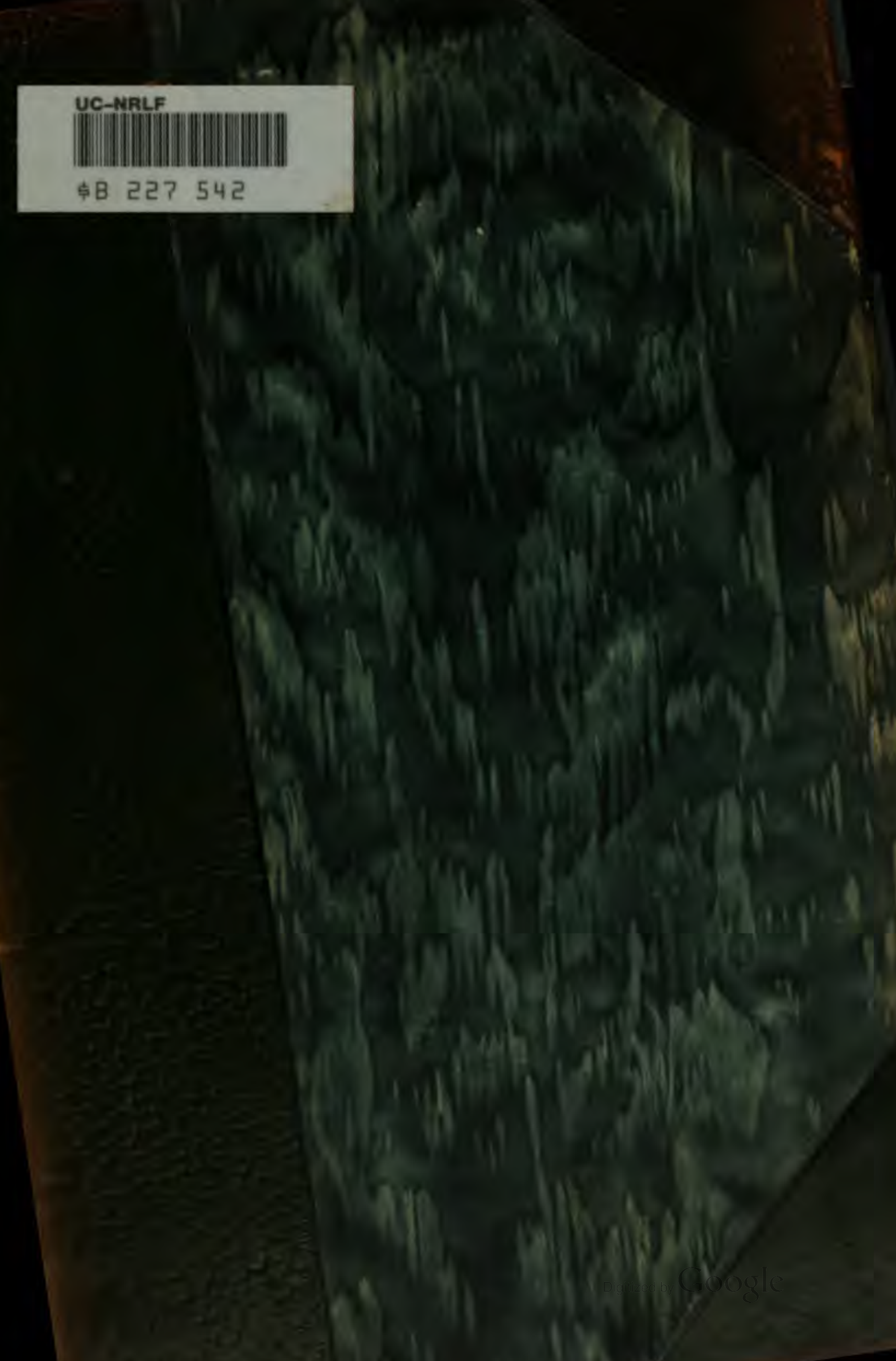
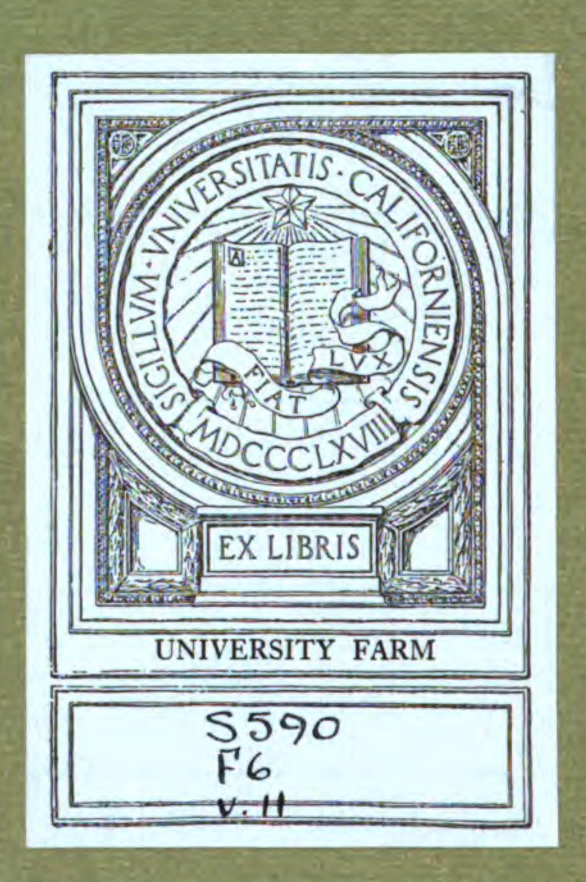



UC-NRLF
$B 227 542
Digitized by Google


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
LVX
FIAT
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS



FORSCHUNGEN

AUF DEM GEBIETE DER

AGRIKULTUR-PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. E. WOLLNY,

PROFESSOR IN MÜNCHEN.

ELFTER BAND.

MIT ORIGINAL-BEITRÄGEN VON

C. KRAUS, G. MAREK, E. RAMANN, E. WOLLNY.

MIT 10 HOLZSCHNITTEN UND 9 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.



HEIDELBERG.

CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.

1888.

Inhalts-Verzeichniß.

Seite.

I. Physik des Bodens:

Anmerkung: Die unter der Rubrik „Neue Litteratur“ mitgetheilten Referate sind in obigem Inhalts-Verzeichniß zur Unterscheidung von den Originalabhandlungen am Anfang des Titels mit einem * versehen. D. H.

II. Physik der Pflanze:



III. Agrar-Meteorologie:



Rezension.

Druckfehler-Berichtigung.

In der Ueberschrift S. 113 muß es heißen: *U. Kreusler* statt: *M. Kreusler;* desgleichen auf S. 287: *Gannett* statt: *Gannet.*

In der Anmerkung S. 385, Zeile 8 von unten, lies 4,35 cm statt: 435 cm.

Autoren-Verzeichniß.

I. Physik des Bodens.

Mittheilungen aus dem agrikulturphysikalischen Laboratorium und Versuchsfelde der technischen Hochschule in München.

XLVI. Untersuchungen über die Sickerwassermengen in verschiedenen Bodenarten.

Von Professor Dr. E. Wollny in München.

Die Kenntniß der Umstände, von welchen die Menge der in einer bestimmten Tiefe des Erdreiches absickernden Wassermengen abhängig ist, bietet in vielfacher Beziehung ein hervorragendes Interesse. Vom landwirthschaftlichen Standpunkt hat man diesen Verhältnissen besonders insofern Aufmerksamkeit zu schenken, als von der Menge der Drainwasser einerseits die den Pflanzen zur Verfügung stehenden Feuchtigkeitsmengen, andererseits die Nährstoffverluste in der Vegetationsschicht beherrscht werden, welche durch Auswaschung bedingt sind. Von nicht geringerer Wichtigkeit ist der in Rede stehende Gegenstand für die Hygiene, Hydrometrie und Geographie, weil die Abfuhr des Wassers in die Tiefe des Erdreichs sowohl für eine Reihe von Vorgängen im Boden und für die Grundwasserstände, als auch für die Speisung der Quellen und größeren Wasserläufe, sowie für die Vertheilung des Wassers an der Erdoberfläche von Bedeutung ist.

Angesichts dieser Verhältnisse kann es nicht Wunder nehmen, wenn man sich an verschiedenen Orten bemüht hat, durch Versuche die Größe der Absickerung, in specie das Verhältniß der Niederschlags- zu den Drainwassermengen näher festzustellen. Von den Ergebnissen derartiger Untersuchungen[1]) mögen einige der wichtigeren hier eine Stelle finden.

[1]) Vergl. *J. H. Gilbert.* On rainfall, evaporation and percolation. Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Vol. XLV. Session 1875—76. Part. III.

J. Dalton[1]) von Manchester verwendete in seinen Versuchen Zylinder von 10 Zoll[2]) Durchmesser und 3 Fuß[3]) Tiefe, welche mit Erde gefüllt und bis zum Rande in den Boden eingesenkt waren. Nach Ablauf des ersten Versuchsjahres hatte sich im Apparat ein Rasen gebildet.

Die Resultate im Durchschnitt von drei Jahren stellten sich, wie folgt:

Mittel von 1796—1798.	Regenmenge. Zoll engl.	Sickerwassermenge. Zoll engl.	Sickerwassermenge. Proz. des Regens.	Mittel von 1796—1798.	Regenmenge. Zoll engl.	Sickerwassermenge. Zoll engl.	Sickerwassermenge. Proz. des Regens.
März	0,87	0,27	31,0	September . .	3,18	0,31	9,7
April	1,67	0,22	13,1	Oktober . . .	2,81	0,22	7,8
Mai	4,05	1,46	36,1	November . .	2,85	0,85	29,8
Juni	2,41	0,29	12,0	Dezember . .	3,10	1,67	53,9
Juli	4,03	0,06	1,5	Januar	2,39	1,41	59,0
August	3,44	0,17	4,9	Februar . . .	1,75	1,23	70,3
Frühling . . .	6,59	1,95	**29,6**	Herbst	8,84	1,38	**15,6**
Sommer	9,88	0,52	**5,3**	Winter . . .	7,24	4,31	**59,5**
				Jahr	32,55	8,16	**25,1**

Im Jahresmittel betrug der Abfluß des Regens **25,1**%.

J. Dickinson[4]) zu Abbotshill bei Kings Langley in Herfordshire benutzte zur Bestimmung der Sickerwasser Zylinder von 12 Zoll Durchmesser und 3 Fuß Tiefe, welche mit einem sandigen griesigen Lehm beschickt waren, auf dessen Oberfläche sich eine Grasdecke befand. Nachstehende Tabelle enthält die Resultate dieses Versuchs (achtjährige Mittel):

Mittel von 1836—1843.	Regenmenge. Zoll engl.	Sickerwassermenge. Zoll engl.	Sickerwassermenge. Proz. des Regens.	Mittel von 1836—1843.	Regenmenge. Zoll engl.	Sickerwassermenge. Zoll engl.	Sickerwassermenge. Proz. des Regens.
März	1,57	1,05	66,6	September . .	2,56	0,35	14,0
April	1,41	0,30	21,0	Oktober . . .	2,74	1,36	49,6
Mai	1,80	0,11	5,9	November . .	3,73	3,17	84,9
Juni	2,15	0,04	1,8	Dezember . .	1,68	1,75	104,6
Juli	2,22	0,04	1,9	Januar	1,80	1,26	70,4
August	2,36	0,03	1,5	Februar . . .	1,91	1,50	78,5
Frühling . . .	4,79	1,45	**30,3**	Herbst	9,03	4,88	**54,1**
Sommer	6,73	0,11	**1,7**	Winter . . .	5,39	4,52	**83,9**
				Jahr	25,94	10,98	**42,3**

[1]) *J. Dalton.* Mem. Lit. Phil. Soc. of Manchester. Vol. V. Part. II.
[2]) 1 engl. Zoll = 2,54 cm. — [3]) 1 engl. Fuß = 30,48 cm.
[4]) *J. Dickinson.* Journ. of the Roy. Agr. Soc. Vol. V.

Im Jahresmittel betrug der Abfluß des Regens **42,3 %**.

Ch. Charnock[1]) in Holmfield bei Ferrybridge in Yorkshire machte bei Drains, welche in dolomitischem Boden 3 Fuß tief lagen, Messungen des Drainwassers in den Jahren 1842—1846. Die Resultate auf preuß. Zoll berechnet, waren:

Mittel von 1842—1846.	Regenmenge.	Sickerwassermenge.		Mittel von 1842—1846.	Regenmenge.	Sickerwassermenge.	
	Zoll preuß.	Zoll preuß.	Proz. des Regens.		Zoll preuß.	Zoll preuß.	Proz. des Regens.
März	1,84	0,51	27,7	September	1,53	0,22	14,4
April	2,22	0,80	36,0	Oktober	2,15	0,60	27,9
Mai	1,80	0,15	8,3	November	1,88	0,45	23,9
Juni	2,00	0,11	5,5	Dezember	1,12	0,23	20,5
Juli	3,03	0,26	8,6	Januar	1,83	0,72	39,3
August	3,02	0,25	8,3	Februar	1,44	0,38	26,4
Frühling	5,86	1,46	**24,9**	Herbst	5,56	1,27	**22,8**
Sommer	8,05	0,62	**7,7**	Winter	4,39	1,33	**30,3**
				Jahr	23,86	4,68	**19,6**

Im Jahresmittel betrug der Abfluß des Regens **19,6 %**.

In den Versuchen von *Maurice*[2]) in Genf, welche in den Jahren 1796 und 1797 angestellt wurden, machte die Sickerwassermenge pro Jahr **39 %** des Niederschlages (26 Zoll), in den während der beiden Jahre 1821 und 1822 von *Gasparin*[3]) in Orange (Südfrankreich) ausgeführten Versuchen **20 %** des Regenfalles (28 Zoll) aus.

Die von *Greaves*[4]) in Lee Bridge benutzten Lysimeter besaßen einen Querschnitt von einem Quadrat-Yard[5]) und eine Tiefe von einem Yard, welche mit einem leichten lehmigen, mit grobem und feinem Sande gemischten und berasten Boden in festem Zustande gefüllt waren. Bei einem mittleren Regenfall von 25,8 Zoll sickerten in den Jahren 1852—1873 durch den Boden im Mittel **26,6 %** der Regenmenge. In

[1]) *G. von Möllendorff.* Die Regenverhältnisse Deutschlands. Görlitz 1862. Seite 138.

[2]) *Maurice.* Bibl. Universelle de Genève. Sciences et Arts. T. 1.

[3]) *Gasparin.* Cours d'Agriculture. T. II. p. 116.

[4]) *Greaves.* Bei *J. H. Gilbert* a. a. O.

[5]) 1 Yard = 3 engl. Fuß.

den mit Sand gefüllten Apparaten betrug dagegen die Sickerwassermenge während der Jahre 1860—1873 durchschnittlich **83,2 %** der Niederschlagshöhe (25,7 Zoll). Im Speziellen wurden während der Jahre 1860—1873 folgende Daten ermittelt:

	Regenmenge.	Sickerwassermenge.	
		Sand	Beraster Boden
	Zoll.	Zoll.	Zoll.
Januar	2,870	2,734	2,029
Februar	1,596	1,524	1,085
März	1,936	1,605	0,879
April	1,428	1,117	0,275
Mai	2,056	1,656	0,105
Juni	2,205	1,572	0,156
Juli	1,774	1,212	0,013
August	2,332	1,783	0,113
September	2,347	1,737	0,071
Oktober	2,730	2,402	0,515
November	2,021	1,963	0,833
Dezember	2,422	2,173	1,508
Jahr	25,720	21,478	7,582
In Proz. vom Regenfall	—	**83,15**	**29,48.**

E. Risler[1]) stellte 1867 und 1868 in Calèves bei Nyon (Schweiz) auf einem Stück Land von 12 300 □m Beobachtungen über die darauf gefallene Regenmenge und die durch die Drains abgelaufene Wassermenge an. Das Versuchsstück, mit Kulturpflanzen besetzt, war so beschaffen, daß kein anderes Regenwasser darauf kommen und keines davon anders ablaufen konnte als durch die Drains, weil der Boden vollständig undurchlassend war. Die Tiefe der Drainage betrug 1,2 m. In Nachstehendem sind die Resultate dieser Beobachtungen, reduzirt auf Millimeter, zusammengestellt:

[1]) *E. Risler*. Archives des Sciences de la Bibliothèque Universelle. Sept. 1869. — Journ. d'Agr. prat. 1869 T. II. S. 365.

Monat.	1867		1868	
	Regenmenge. mm	Sickerwassermenge. mm	Regenmenge. mm	Sickerwassermenge. mm
Januar	137,50	102,82	60,75	22,78
Februar	63,15	42,65	9,50	8,56
März	206,75	94,39	93,90	48,78
April	156,77	71,24	66,00	4,04
Mai	100,91	18,01	41,90	1,15
Juni	80,75	0,72	47,30	0
Juli	31,45	0	119,50	0
August	49,75	0	73,81	0
September	99,15	0	157,90	2,07
Oktober	93,80	3,31	106,55	24,34
November	7,45	0	50,25	19,93
Dezember	39,25	0	204,50	145,47
Jahr	1066,68	333,14	1082,86	277,12
In Proz. d. Regenmenge sickerten ab:		31,2		26,9
Im Mittel:		28		

Von den in Deutschland angestellten Versuchen verdienen zunächst die auf Veranlassung der naturforschenden Gesellschaft in Görlitz[1]) daselbst ausgeführten hervorgehoben zu werden. Die verwendeten Lysimeter hatten einen Querschnitt von 1 par. Quadratfuß und eine Tiefe von $4^1/_4$ Fuß. Dieselben wurden mit drei verschiedenen Bodenarten gefüllt, welche folgende Zusammensetzung hatten:

	Thonboden.	Lehmboden.	Lehmiger Sandboden.
Abschlämmbare Theile	88,0 %	41,7 %	19,2 %
Sand	12,0 „	58,3 „	80,8 „.

Stellt man aus den Tabellen die Abflußmengen in Prozenten des Regens (vierjähriges Mittel: 24,87 Zoll) für jede einzelne Bodenklasse zusammen, so ergiebt sich im Durchschnitt von vier Jahren (1853—56) Folgendes:

[1]) *G. von Möllendorff*. a. a. O. 144.

Monat.	Thon. Proz.	Lehm. Proz.	Sandiger Lehm. Proz.	Monat.	Thon. Proz.	Lehm. Proz.	Sandiger Lehm. Proz.
März	88,6	90,5	111,4	September . .	32,7	35,9	33,3
April	34,3	17,1	37,1	Oktober . . .	50,0	45,8	53,3
Mai	16,2	51,3	30,6	November . .	9,0	12,4	10,1
Juni	35,6	51,1	47,5	Dezember . .	4,1	35,9	16,5
Juli	26,3	53,6	55,3	Januar	0,9	0,9	1,8
August	24,9	33,7	27,2	Februar . . .	41,4	40,9	75,4
Frühling . . .	**36,1**	**52,4**	**49,7**	Herbst	**26,5**	**28,6**	**27,9**
Sommer	**29,3**	**45,6**	**42,4**	Winter . . .	**19,0**	**29,9**	**37,7**
				Jahr	**28,1**	**41,0**	**40,5**

Von den Bestimmungen der Menge des abgeflossenen Wassers in Deutschland bei Drainanlagen erweisen sich vornehmlich jene, welche in Tharand und auf dem Rittergute Moholz bei Niesky (Oberlausitz) vorgenommen wurden, als brauchbar. Nach den von *v. Möllendorff* berechneten Durchschnittsergebnissen für beide Versuchsorte flossen in Prozenten des Regens ab:

1853—1856.

Monat.	Thon. Proz.	Lehm. Proz.	Monat.	Thon. Proz.	Lehm. Proz.
März	150,4	234,5	September	11,9	24,0
April	59,4	75,2	Oktober	16,6	28,5
Mai	27,6	46,7	November	32,6	45,0
Juni	22,7	35,2	Dezember	91,5	103,6
Juli	31,1	54,0	Januar	67,3	74,1
August	9,7	19,6	Februar	86,5	90,5
Frühling	**59,0**	**89,7**	Herbst	**20,9**	**32,9**
Sommer	**21,3**	**36,0**	Winter	**84,4**	**92,0**
			Jahr	**40,8**	**58,7**

F. Pfaff[1]) stellte in Erlangen Versuche zu dem Behufe an, die Mengenverhältnisse des in verschiedene Tiefen eindringenden Wassers, verglichen mit der Regenmenge, zu bestimmen. Die aus Blech herge-

[1]) Sitzungsber. d. k. bayer. Akad. d. Wissensch. zu München. 1868. Bd. I. S. 311 und 1869. Bd. II. S. 125.

stellten, kreisrunden Lysimeter hatten einen Durchmesser von 1/2 Fuß und eine Tiefe von 1/2, resp. 1, 2 und 4 Fuß und waren bis zum Rande in den Boden versenkt. Gefüllt waren dieselben mit einem schlechten Sandboden, auf dem seit zwei Jahren nur dürftiges Gras gewachsen war. In den Gefäßen selbst wurde keine Vegetation geduldet. Der Apparat von 4 Fuß Tiefe wurde erst am 7. März 1867 eingesenkt. Die Ergebnisse waren folgende:

		Sickerwassermengen nach Proz. der Niederschläge. In einer Tiefe von			
		1/2 Fuß.	1 Fuß.	2 Fuß.	4 Fuß.
	1867	50,07	51,26	60,81	—
	1868	22,00	43,76	25,56	25,95
Sommer	1867	7,6	9,0	32,8	18,6
Winter	„	75,72	76,82	77,81	47,6
Sommer	1868	6,33	8,61	9,7	20,7
Winter	„	32,51	67,35	36,20	29,48.

J. N. Woldrich[1]) in Salzburg suchte auf gleiche Weise wie *Pfaff* und mit gleichen Apparaten die Mengenverhältnisse des in verschiedene Tiefen des Bodens eindringenden atmosphärischen Wassers zu bestimmen. Dem umliegenden Bodenmaterial entsprechend wurden die Lysimeter, wie folgt, gefüllt:

Bei einer Tiefe von .	1/2 Fuß	1 Fuß	2 Fuß	4 Fuß
sandige lehmige Ackererde:	6 Zoll	8 Zoll	8 Zoll	8 Zoll
Lehm	—	4 „	16 „	24 „
Sand	—	—	—	16 „.

Die nachstehende Tabelle enthält die gewonnenen Versuchsdaten.

Monat.	Sickerwassermengen in Proz. des Niederschlags				
	ohne Vegetationsdecke.				mit Gras.
	1/2 Fuß tief.	1 Fuß tief.	2 Fuß tief.	4 Fuß tief.	2 Fuß tief.
Mai	50,03	45,67	46,38	31,25	21,17
Juni	56,90	63,00	54,12	42,36	1,05
Juli	56,01	79,22	82,42	87,78	59,05
August	59,85	66,00	67,34	63,15	38,13
September	18,92	37,90	39,19	74,76	16,47
Mittel	**54,3**	**64,1**	**64,2**	**61,1**	**33,9**

[1]) *J. N. Woldrich.* Landw. Wochenblatt d. k. k. österr. Ackerbauministeriums. Wien 1870. S. 281.

Genannter Forscher[1]) setzte seine Versuche in Oberdöbling bei Wien fort. Der 1/2 Fuß tiefe Apparat wurde, dem umgebenden Bodenmaterial entsprechend, bis auf eine Linie vom Rande weg, mit stark lehmiger Ackererde, die übrigen Lysimeter wurden bis auf 1/2 Fuß vom Rande mit Lehm, welcher mit vielem groben Geröllе untermengt war, gefüllt und dann bis auf 1 Linie mit derselben stark lehmigen Ackererde nachgefüllt. Die Sickerwassermengen in Prozenten der gefallenen Niederschläge waren folgende:

In einer Tiefe von	1/2 Fuß.	1 Fuß.	2 Fuß.	4 Fuß.
Winter	37,14	56,99	52,30	43,25
Frühling. . . .	20,68	45,01	51,14	41,00
Sommer	16,23	17,11	20,66	24,37
Herbst	41,49	42,37	45,00	32,02
Jahr	**27,06**	**35,77**	**38,18**	**32,78.**

Die bei Gelegenheit seiner forstlich-meteorologischen Beobachtungen von *E. Ebermayer*[2]) gewonnenen Daten lassen sich gleichergestalt zur Lösung der Frage über die Sickerwassermengen bei verschiedener Mächtigkeit des Erdreiches heranziehen. An sieben über das rechtsrheinische Bayern vertheilten Stationen wurden auf unbedecktem Boden des freien Feldes die in folgender Uebersicht zusammengestellten Resultate ermittelt:

Monat.	Sickerwassermengen in Proz. des Niederschlages.			Monat.	Sickerwassermengen in Proz. des Niederschlages.		
	1 Fuß tief.	2 Fuß tief.	4 Fuß tief.		1 Fuß tief.	2 Fuß tief.	4 Fuß tief.
März . . .	69	65	75	September .	14	16	6
April . . .	56	59	62	Oktober . .	60	52	40
Mai	19	27	44	November .	61	61	65
Juni	20	16	13	Dezember .	95	86	88
Juli	11	6	7	Januar . .	69	66	103
August . .	21	18	14	Februar . .	77	71	85
Frühling . .	**55**	**56**	**64**	Herbst . .	**54**	**51**	**49**
Sommer . .	**19**	**14**	**11**	Winter . .	**94**	**89**	**99**
				Jahr . . .	**54**	**50**	**53**

[1]) *J. N. Woldrich.* Zeitschrift der österr. Ges. f. Meteorologie. Bd. VI. 1871. Seite 97.

[2]) *E. Ebermayer.* Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden. Berlin 1873. S. 215.

Sehr ausführliche Versuche wurden neuerdings von *J. B. Lawes*, *J. H. Gilbert* und *R. Warington*[1]) in Rothamsted ausgeführt. Der Boden blieb in seinem natürlichen Zustande, indem man dort, wo die Messungen vorgenommen werden sollten, eine Fläche von $^1/_{1000}$ Acre (4,047 □ m) in Quadratform bis zu der gewählten Tiefe durch vertikale, stark zementirte Mauern abgrenzte und den Boden unterminirte. Unter dem Boden wurde eine durchlöcherte Platte, welche an das Mauerwerk wasserdicht angeschlossen wurde, und darunter ein großer Zinktrichter von entsprechender Größe angebracht. Das in diese absickernde Wasser wurde in Auffanggefäße geleitet, welche sich in seitlich gelegenen, durch Mauerwerk hergestellten Gruben befanden. Es wurden drei solche Lysimeter verwendet und zwar von 20, 40 und 60 Zoll (engl.) Mächtigkeit der Bodenschicht. Die Auffangfläche des in die Erde eingelassenen Regenmessers betrug gleichergestalt $^1/_{1000}$ Acre (4,047 □ m). Der Boden bestand aus einem strengen Lehm mit Thon im Untergrunde. Im Mittel von 10 Jahren (1870—1880) wurden die folgenden Resultate erzielt:

Monat.	Regenmenge.	Sickerwassermengen.					
		Absolut (Zoll).			Proz. des Regens.		
	Zoll.	20 Zoll tief.	40 Zoll tief.	60 Zoll tief.	20 Zoll tief.	40 Zoll tief.	60 Zoll tief.
Januar . . .	2,802	2,006	2,294	2,030	71,6	81,9	72,4
Februar . .	2,100	1,401	1,536	1,378	66,7	73,1	65,6
März . . .	1,595	0,540	0,675	0,585	33,8	42,3	36,6
April . . .	2,398	0,810	0,921	0,852	33,8	38,4	35,5
Mai	2,224	0,422	0,501	0,433	19,0	22,6	19,5
Juni	2,663	0,521	0,535	0,486	19,6	20,1	18,3
Juli	3,280	0,890	0,918	0,804	27,1	28,0	24,5
August . .	2,677	0,670	0,663	0,609	25,0	24,8	22,8
September .	3,123	1,170	1,044	0,927	37,5	33,4	29,7
Oktober . .	3,162	1,694	1,682	1,414	53,6	53,2	44,7
November .	3,094	2,158	2,241	1,999	69,7	72,4	64,6
Dezember .	2,333	1,758	1,906	1,724	75,3	81,7	73,9
Jahr	31,451	**14,040**	**14,916**	**13,241**	**44,6**	**47,4**	**42,1**

Bei Zusammenfassung der Ergebnisse für die drei Lysimeter ergiebt

[1]) *J. B. Lawes*, *J. H. Gilbert* und *Warington*. Journ. of the Royal Agr. Soc. Vol. XVII. (1881) p. 241 and 311; Vol. XVIII. (1882) p. 1.

sich für die wärmere (April—September) und kältere Jahreszeit (Oktober bis März), sowie für das ganze Jahr Folgendes:

Sommer.		Winter.		Jahr.	
Regenfall.	Sickerwasser.	Regenfall.	Sickerwasser.	Regenfall.	Sickerwasser.
16,364 Zoll.	**4,393** Zoll.	**14,673** Zoll.	**9,096** Zoll.	**31,036** Zoll.	**13,488** Zoll.

Stellt man die Beobachtungen sämmtlicher angeführten Forscher zusammen, so erhält man folgende Uebersicht:

Ort.	Tiefe der Drainage cm	Boden.	Mit oder ohne Vegetationsdecke.	Regenfall. mm	Sickerwassermengen in Proz. des Regenfalls. Frühling.	Sommer.	Herbst.	Winter.	Jahr.
Manchester	91,4	?	mit	827	29,6	5,3	15,6	59,5	**25,1**
Abbotshill	91,4	sandiger Lehm	mit	659	30,3	1,7	54,1	83,9	**42,3**
Holmfield	91,4	dolomitischer Boden	mit	625	24,9	7,7	22,8	30,3	**19,6**
Lee Bridge	91,4	Sand	ohne	653	—	—	—	—	**83,2**
„	91,4	lehmiger Sand	mit	653	—	—	—	—	**26,6**
Rothamsted	101,6	strenger Lehm u. Thon	ohne	788	—	—	—	—	**43,4**
Genf	?	?	?	660	—	—	—	—	**39,0**
Orange	?	?	?	711	—	—	—	—	**20,0**
Calèves	120,0	Thon	mit	1050	—	—	—	—	**28,0**
Görlitz	125,0	Thon	ohne	652	36,1	29,3	26,5	19,0	**28,1**
„	125,0	Lehm	„	652	52,4	45,6	28,6	29,9	**41,0**
„	125,0	sandiger Lehm	„	652	49,7	42,4	27,9	37,7	**40,5**
Tharand }	125,0	Thon	mit	739	59,0	21,3	20,9	84,4	**40,8**
Moholz }	125,0	Lehm	mit	739	89,7	36,0	32,9	92,0	**58,7**
Erlangen	63,0	Sand	ohne	—	—	—	—	—	**43,0**
Salzburg	63,0	sandiger Lehm u. Thon	mit	768	—	—	—	—	**33,9**
„	63,0	„	ohne	768	—	—	—	—	**64,2**
Oberdöbling	126,4	Lehm	„	654	43,3	41,0	24,4	32,0	**32,8**
Bayern	116,7	?	ohne	865	64,0	11,0	49,0	99,0	**53,0**

Aus den mitgetheilten Zahlen läßt sich ersehen, daß die Sickerwassermengen sehr verschieden waren und im Jahresdurchschnitt zwischen 19,6 und 83,2 % des Niederschlages schwankten. Eine Erklärung für die gefundenen Unterschiede läßt sich in der Mehrzahl der Fälle nicht ausfindig machen, indem keine gesetzmäßigen Beziehungen zwischen der Sickerwassermenge und den äußeren Verhältnissen (Niederschlagshöhe, Bodenbeschaffenheit, Bodenbedeckung, Tiefe der Bodenschicht, Klima u. s. w.) hervortreten. Nur in einigen Versuchen bemerkt man, daß feinkörnige Böden weniger Wasser in die Tiefe abgeben als grobkörnige (Lee Bridge,

Görlitz, Tharand). Vergleicht man jedoch sämmtliche Versuchsergebnisse mit einander, so wird das Bild in dieser Beziehung vollständig verwischt. Ebensowenig tritt der Einfluß der Bodenbedeckung auf die in die Tiefe abtropfenden Wassermengen hervor.

Nur bezüglich der Wasserabfuhr in den verschiedenen Jahreszeiten und bei verschiedener Mächtigkeit der Bodenschichte haben die mitgetheilten Untersuchungen einige übereinstimmende, oder doch annähernd dieselben Resultate ergeben, welche sich dahin zusammenfassen lassen, daß während der wärmeren Jahreszeit beträchtlich geringere Drainwassermengen in den verschiedenen Bodenarten auftreten als während der kälteren, sowie daß die Drainwassermengen mit der Mächtigkeit der Bodenschicht bis zu einer bestimmten Grenze zunehmen, über welche hinaus eine Abnahme der Wasserabfuhr in die Tiefe sich bemerkbar macht.

In dem Betracht, daß in den bisherigen Versuchen die für die Ableitung des Wassers nach unten maßgebenden Faktoren entweder gar nicht oder in sehr unvollkommener Weise berücksichtigt wurden, hat Referent es unternommen, eine Reihe von Untersuchungen anzustellen, in welchen vornehmlich der Einfluß der physikalischen Beschaffenheit des Bodens auf die in die Tiefe abgegebenen Wassermengen ermittelt werden sollte. Können die gewonnenen Resultate auch keinen Anspruch auf vollständige Erschöpfung des Gegenstandes machen, so dürften dieselben doch zur Klärung der in Rede stehenden Verhältnisse wesentlich beitragen und zum Theil geeignet erscheinen, eine praktische Verwerthung in Bezug auf die landwirthschaftliche Wasserfrage zu finden.

Sämmtliche Versuche wurden mittelst sogen. Lysimeter[1]) ausgeführt, von welchen die kleinen in der S. 271. Bd. X. dieser Zeitschrift beschriebenen Weise angeordnet, die großen bis zum Rande in die Erde gegraben waren. Die Dimensionen dieser Apparate waren folgende:

	Kleine Lysimeter.	Große Lysimeter.
Querschnitt . .	400 □ cm	1000 □ cm
Höhe[2]) . . .	30 cm	50 cm.

Die Sickerwasser- und Regenmengen wurden, wenn solche vorhanden

[1]) Dieselben waren aus starkem Zinkblech angefertigt.
[2]) Höhe des mit der betreffenden Bodenart gefüllten Raumes.



waren, täglich und zwar um 5 h. p. m. gemessen. In sämmtlichen Versuchen wurde die Oberfläche des Bodens von jeglicher Vegetation frei gehalten.

Versuchsreihe I.

Der Einfluß der Struktur des Bodens auf die Sickerwassermengen.

In dieser Reihe von Versuchen wurde der Einfluß der Feinheit der Bodenpartikel, der Einzelkorn- und Krümelstruktur des Erdreiches, der mehr oder weniger dichten Lagerung der Bodentheilchen und der in der Ackererde in verschiedenen Mengen vorkommenden Steine auf die Menge der Drainwasser festzustellen versucht.

Versuch I.

Die Sickerwassermengen bei verschiedener Feinheit der Bodentheilchen.

Die Kornsortimente von verschiedener Größe wurden aus einer ausschließlich aus Quarzkörnern bestehenden, von Nürnberg stammenden Sandsorte mittelst Siebe von verschiedener Maschenweite hergestellt und in den beiden Versuchsjahren (1880 und 1881) bereits Ende März in die Lysimeter (kleine) gefüllt. Bis zum Beginn des jedesmaligen Versuchs konnte sich das Versuchsmaterial mit genügenden Mengen von Feuchtigkeit sättigen. Die nachstehenden Tabellen enthalten die ermittelten absoluten Werthe:

Versuch I.
A. (1880.)

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 qcm in ccm.				
		Quarzsand.				
		I 0,0—0,25 mm	II. 0,25—0,50 mm	III. 0,5—1,0 mm	IV. 1,0—2,0 mm	V. 0,0—2,0 mm
20.—25. April	230	—	—	—	—	—
26.—30. „	742	—	443	552	730	—
Summa:	**972**	—	**443**	**552**	**730**	—
1.— 5. Mai	240	—	—	—	—	—
6.—10. „	2182	12	1840	1682	1680	1626
11.—15. „	400	10	—	420	520	410
16.—20. „	400	—	382	220	—	—
21.—25. „	460	—	335	386	500	417
26.—31. „	2531	1040	2045	2315	2410	2020
Summa:	**6213**	**1062**	**4602**	**5023**	**5110**	**4473**

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 qcm in ccm.				
		Quarzsand.				
		I. 0,0—0,25 mm	II. 0,25—0,50 mm	III. 0,5—1,0 mm	IV. 1,0—2,0 mm	V. 0,0—2,0 mm
1.— 5. Juni	721	179	474	534	629	460
6.—10. „	945	96	726	865	1145	580
11.—15. „	370	60	410	280	130	300
16.—20. „	250	26	—	360	350	295
21.—25. „	1620	616	1160	1220	1440	1060
26.—30. „	386	—	106	442	325	310
Summa:	**4292**	**977**	**2876**	**3701**	**4019**	**3005**
1.— 5. Juli	3420	1530	2620	2290	2443	2200
6.—10. „	1080	224	1341	1440	1560	875
11.—15. „	520	370	—	500	510	302
16.—20. „	674	—	—	330	480	—
21.—25. „	932	—	670	795	746	766
26.—31. „	828	—	88	392	670	—
Summa:	**7454**	**2124**	**4719**	**5747**	**6409**	**4143**
1.— 5. August	918	—	452	494	744	640
6.—10. „	1512	—	1250	1300	1200	1000
11.—15. „	1634	855	1180	1490	1700	1505
16.—20. „	496	—	—	—	180	—
21.—25. „	1896	1044	1830	1870	1885	1490
26.—31. „	168	—	—	—	—	—
Summa:	**6624**	**1899**	**4712**	**5154**	**5709**	**4635**
1.— 5. Septbr.	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	360	—	—	—	310	270
11.—15. „	206	—	—	—	—	—
16.—20. „	1605	—	1435	1410	1460	525
21.—25. „	510	124	510	304	590	458
Summa:	**2681**	**124**	**1945**	**1714**	**2360**	**1253**

Gesammtresultat.

Vom 20./IV. bis 25./IX.	**28236**	**6186**	**19297**	**21891**	**24337**	**17509**

B. (1881.)

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 qcm in ccm.				
		Quarzsand.				
		I. 0,0—0,25 mm	II. 0,25—0,50 mm	III. 0,5—1,0 mm	IV. 1,0—2,0 mm	V. 0,0—2,0 mm
20.—25. April	224	—	—	—	210	—
26.—30. „	656	—	—	—	334	—
Summa:	**880**	—	—	—	**544**	—
1.— 5. Mai	167	—	—	—	—	—
6.—10. „	—	—	—	—	42	—
11.—15. „	230	—	156	648	838	—
16.—20. „	1350	—	—	104	265	—
21.—25. „	395	—	—	—	—	—
26.—31. „	7206	4913	6213	5906	6348	5959
Summa:	**9348**	**4913**	**6369**	**6658**	**7493**	**5959**
1.— 5. Juni	57	—	—	—	—	—
6.—10. „	2298	1210	1830	1865	2265	1655
11.—15. „	210	—	—	—	—	—
16.—20. „	454	—	—	300	330	—
21.—25. „	949	—	94	—	430	—
26.—30. „	846	—	798	815	628	670
Summa:	**4814**	**1210**	**2722**	**2980**	**3653**	**2325**
1.— 5. Juli	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	240	—	—	220	250	—
11.—15. „	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	305	—	1300	1320	1472	900
21.—25. „	1756	—	—	—	—	—
26.—31. „	282	—	—	—	—	—
Summa:	**2583**	—	**1300**	**1540**	**1722**	**900**
1.— 5. August	135	—	—	—	—	—
6.—10. „	—	—	—	—	—	—
11.—15. „	256	—	—	—	—	—
16.—20. „	1022	—	650	865	880	414
21.—25. „	1444	250	1230	1160	1210	930
26.—31. „	1484	980	1325	1380	1340	1130
Summa:	**4341**	**1230**	**3205**	**3405**	**3430**	**2474**

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 qcm in ccm.				
		Quarzsand.				
		I. 0,0—0,25 mm	II. 0,25—0,50 mm	III. 0,5—1,0 mm	IV. 1,0—2,0 mm	V. 0,0—2,0 mm
1.— 5. Septbr.	791	400	500	612	762	548
6.—10. „	348	—	246	240	108	14
11.—15. „	76	—	—	—	116	—
16.—20. „	294	—	—	—	—	—
21.—25. „	324	—	148	210	146	—
26.—30. „	790	—	736	636	628	476
Summa:	**2623**	**400**	**1630**	**1698**	**1760**	**1038**

Gesammtresultat.

Vom 20./IV. bis 30./IX.	**24589**	**7753**	**15226**	**16281**	**18602**	**12696**

Diese Zahlen zeigen mit großer Uebereinstimmung,

1) daß die Sickerwasser mit der Feinheit der Bodenpartikel abnehmen,
2) daß die in einem Gemisch verschiedener Korngrößen abtropfenden Wassermengen sich im Vergleich zu jenen in den einzelnen Kornsortimenten im Mittel befinden.

Versuch II.

Die Sickerwassermengen im Zustande der Einzelkorn- und Krümelstruktur des Bodens.

Der in diesem Versuch verwendete Lehm (Ziegellehm) stammte von Berg am Laim bei München und war im trockenen Zustande einerseits durch Zerreiben in einer Reibschale und nachfolgendes Sieben durch ein Sieb von 0,25 mm in ein feines Pulver (Einzelkornstruktur) verwandelt, andererseits durch Absieben der feineren bis groben Bröckchen in eine Masse von krümeliger Beschaffenheit übergeführt worden. Die auf diese Weise gewonnenen Versuchsmaterialien wurden im zeitigen Frühjahr in Versuch A in große, in Versuch B und C in kleine Lysimeter locker eingefüllt und in's Freie, behufs ihrer Durchfeuchtung, gebracht.

Die folgenden Tabellen enthalten die gewonnenen Zahlen:

Versuch II.

A. (1877.)

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 0,1 qm Fläche in ccm. Lehm	
		pulverförmig 0,0—0,25 mm.	krümelig. 2—9 mm.
15.—20. April	785	—	634
21.—25. „	3076	—	1480
26.—30. „	975	—	466
Summa: . .	**4836**	—	**2580**
1.— 5. Mai	715	—	135
6.—10. „	3893	—	1731
11.—15. „	490	—	274
16.—20. „	2835	836	1454
21.—25. „	1295	535	512
26.—31. „	1215	—	—
Summa: . .	**10443**	**1371**	**4106**
1.— 5. Juni	945	—	41
6.—10. „	445	—	—
11.—15. „	294	—	—
16.—20. „	96	—	—
21.—25. „	3833	24	90
26.—30. „	415	—	420
Summa: . .	**6028**	**24**	**551**
1.— 5. Juli	4965	5	3140
6.—10. „	1612	—	517
11.—15. „	3660	28	558
16.—20. „	5515	3570	5030
21.—25. „	2394	938	1057
26.—30. „	2490	913	1606
Summa: . .	**20636**	**5454**	**11908**

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 0,1 qm Fläche in ccm. Lehm	
		pulverförmig 0,0—0,25 mm.	krümelig 2—9 mm.
1.— 5. Aug.	864	—	26
6.—10. „	3135	176	920
11.—15. „	4930	1879	1698
16.—20. „	975	9	120
21.—25. „	3435	1305	1260
26.—31. „	1390	—	44
Summa: . .	**14729**	**3368**	**4068**
1.— 5. Sept.	1256	35	592
6.—10. „	1620	445	170
11.—15. „	1040	791	954
16.—20. „	1020	149	282
21.—25. „	1188	248	88
26.—30. „	—	23	32
Summa: . .	**6124**	**1691**	**2118**
1.— 5. Okt.	—	—	—
6.—10. „	1245	121	—
11.—15. „	105	8	—
16.—20. „	870	255	15
21.—25. „	435	95	38
26.—31. „	2335	1436	1440
Summa: . .	**4990**	**1915**	**1493**
Gesammtresultat:			
Vom 15/IV—31/X	**67786**	**13824**	**26824**

B. (1882.)

Datum.	Regen-menge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 □cm Fläche in ccm.					
		Lehm.					
		Pulver-förmig.	Krümelig.				
		0,0–0,25 mm	0,5–1,0 mm	1,0–2,0 mm	2,0–4,5 mm	4,5–6,75 mm	6,75–9,0 mm
1.— 5. Mai	1042	—	—	—	—	—	—
6.—10. "	143	—	—	102	212	142	—
11.—15. "	46	—	—	—	—	—	—
16.—20. "	42	—	—	—	—	—	—
21.—25. "	239	—	—	—	—	—	—
26.—31. "	810	—	—	—	—	—	—
Summa:	**2322**	—	—	**102**	**212**	**142**	—
1.— 5. Juni	1940	—	530	880	920	1000	1190
6.—10. "	952	—	502	657	609	600	564
11.—15. "	374	—	—	33	—	—	—
16.—20. "	519	—	—	72	—	—	—
21.—25. "	330	—	21	115	105	116	114
26.—30. "	490	—	—	24	—	—	—
Summa:	**4605**	—	**1053**	**1781**	**1634**	**1716**	**1868**
1.— 5. Juli	1594	198	548	729	706	760	850
6.—10. "	1188	206	202	460	347	382	398
11.—15. "	386	88	48	169	106	118	105
16.—20. "	908	198	311	468	402	405	432
21.—25. "	573	—	—	20	—	—	—
26.—31. "	2171	1330	1354	1945	1762	1840	1731
Summa:	**6820**	**2020**	**2463**	**3791**	**3323**	**3505**	**3516**
1.— 5. August	1202	658	749	920	949	948	951
6.—10. "	194	—	—	—	—	—	—
11.—15. "	156	—	—	—	—	—	—
16.—20. "	829	—	—	—	—	—	30
21.—25. "	1478	504	669	975	890	800	1000
26.—31. "	604	57	75	145	132	124	127
Summa:	**4463**	**1219**	**1493**	**2040**	**1971**	**1872**	**2108**
1.— 5. Septbr.	1231	496	651	670	684	690	753
6.—10. "	588	340	486	497	514	536	544
11.—15. "	119	—	—	—	—	—	—
16.—20. "	631	201	59	224	210	233	248
21.—25. "	730	346	475	512	595	606	579
26.—30. "	1094	773	667	758	794	810	815
Summa:	**4393**	**2156**	**2338**	**2661**	**2797**	**2875**	**2939**

C. (1883.)

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 □cm Fläche in ccm. Lehm. Pulverförmig. 0,0–0,25 mm	Krümelig. 0,5–1,0 mm	1,0–2,0 mm	2,0–4,5 mm	4,5–6,75 mm	6,75–9,0 mm
1.— 5. Mai	450	24	78	247	227	216	218
6.—10. „	78	—	—	—	—	—	—
11.—15. „	232	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	562	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	65	—	—	—	—	—	—
26.—31. „	2188	163	600	755	670	720	950
Summa:	3575	187	678	1002	897	936	1168
1.— 5. Juni	297	310	384	497	540	530	461
6.—10. „	1218	—	33	144	87	104	118
11.—15. „	2054	1595	1640	1945	1700	1730	1870
16.—20. „	2097	1489	1602	1697	1732	1775	1770
21.—25. „	963	506	528	630	621	631	627
26.—30. „	811	1	7	18	2	8	2
Summa:	7440	3901	4194	4931	4682	4778	4848
1.— 5. Juli	—	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	417	—	—	—	—	—	—
11.—15. „	2313	28	662	930	885	920	1042
16.—20. „	569	189	157	208	202	217	212
21.—25. „	1893	1105	1127	1215	1232	1267	1285
26.—31. „	731	250	224	332	320	320	318
Summa:	5923	1572	2170	2685	2639	2724	2857
1.— 5. August	423	63	109	142	120	122	152
6.—10. „	636	96	—	90	—	39	67
11.—15. „	315	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	1152	629	724	961	843	871	906
21.—25. „	—	—	—	—	—	—	—
26.—31. „	—	—	—	—	—	—	—
Summa:	2526	788	833	1193	963	1032	1125
1.— 5. Septbr.	549	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	642	—	—	—	—	—	—
11.—15. „	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	1894	122	183	211	204	185	178
21.—25. „	683	319	204	213	303	346	392
26.—30. „	1203	806	699	872	871	916	932
Summa:	4971	1247	1086	1296	1378	1447	1502

Gesammtresultat:

	Regenmenge.	Sickerwassermenge. Pulverförmig	Krümelig				
		0,0—0,25 mm	0,5—1,0 mm	1,0—2,0 mm	2,0—4,5 mm	4,5—6,75 mm	6,75—9,0 mm
B. 1/V—30/IX.	**22603**	**5395**	**7347**	**10375**	**9937**	**10110**	**10431**
C. 1/V—30/IX.	**24435**	**7695**	**8961**	**11107**	**10559**	**10917**	**11500**
B.	**22603**	**5395**			**9640**		
C.	**24435**	**7695**			**10609**		

Hiernach ergiebt sich,

daß die Sickerwassermengen im krümeligen Zustand beträchtlich größer sind als im pulverförmigen.

Versuch III.

Die Sickerwassermengen im dichten und lockeren Zustande des Bodens.

Die Versuche wurden mit verschiedenen Bodenarten ausgeführt, welche durch den Winterfrost gelockert waren und sich, mit Ausnahme des reinen Kalksandes, in einem krümeligen Zustande befanden. Die Beschickung der Lysimeter (A. große, B. und C. kleine) erfolgte jedesmal im Frühjahr mit dem feuchten Boden in der Weise, daß letzterer bei lockerer Lagerung eingerüttelt, resp. sanft eingedrückt, bei dichter Lagerung dagegen schichtenweise mittelst eines mit einem Stiel versehenen Brettes fest zusammengepreßt wurde. Die gewonnenen Ergebnisse weist die folgende Tabelle nach:

Versuch III.
A. (1878.)

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm. Lehm. dicht.	Lehm. locker.	Humoser Kalksand. dicht.	Humoser Kalksand. locker.	Reiner Kalksand. dicht.	Reiner Kalksand. locker.
10.—15. April	1783	280	—	—	220	—	—
16.—20. „	690	—	—	—	—	—	—
21.—30. „	4220	664	545	235	288	10	627
Summa:	**6693**	**844**	**545**	**235**	**508**	**10**	**627**

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm.					
		Lehm.		Humoser Kalksand.		Reiner Kalksand.	
		dicht.	locker.	dicht.	locker.	dicht.	locker.
1.— 5. Mai	3140	2916	2492	2770	2761	2497	2691
6.—10. „	3045	2173	1678	2280	2326	1685	1923
11.—15. „	1965	911	778	1074	1108	473	684
16.—20. „	808	34	58	77	100	—	7
21.—25. „	2742	1015	675	1400	1635	140	580
26.—31. „	1145	1400	1146	1470	1626	797	1418
Summa:	**12845**	**8449**	**6827**	**9071**	**10556**	**5592**	**7303**
1.— 5. Juni	3720	1125	875	1404	1607	955	900
6.—10. „	1005	1895	1480	1837	1975	1510	1551
11.—15. „	1315	33	32	9	60	—	—
16.—20. „	452	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	2725	1195	868	1347	1298	—	545
26.—30. „	30	148	196	114	268	—	7
Summa:	**9247**	**4396**	**3451**	**4711**	**5208**	**2465**	**3003**
1.— 5. Juli	2795	1459	1100	1583	1597	10	832
6.—10. „	2640	1701	1122	1608	1715	420	1203
11.—15. „	1905	842	718	890	855	439	529
16.—20. „	—	78	81	116	136	—	—
21.—25. „	490	7	7	—	9	—	—
26.—31. „	5210	2214	1905	2697	2456	610	984
Summa:	**13040**	**6301**	**4933**	**6894**	**6768**	**1479**	**3548**
1.— 5. August	1550	1486	996	1534	1582	1035	1495
6.—10. „	1880	615	484	494	557	26	140
11.—15. „	1250	65	77	7	156	—	—
16.—20. „	1737	859	608	885	854	306	430
21.—25. „	3465	1755	1268	1585	1440	1391	835
26.—31. „	6366	4695	4100	4700	4505	4728	3835
Summa:	**16248**	**9475**	**7533**	**9205**	**9094**	**7486**	**6735**
1.— 5. Septbr.	340	846	617	1120	1138	299	2560
6.—10. „	1115	25	40	37	115	—	—
11.—15. „	2220	782	537	694	710	615	470
16.—20. „	318	331	277	363	446	—	120
21.—25. „	832	—	—	—	—	—	—
26.—30. „	4650	4715	5879	4893	4690	4825	5327
Summa:	**9475**	**6699**	**7350**	**7107**	**7099**	**5739**	**7477**

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm.					
		Lehm.		Humoser Kalksand.		Reiner Kalksand.	
		dicht.	locker.	dicht.	locker.	dicht.	locker.
1.— 5. Oktbr.	1050	346	219	319	379	222	1802
6.—10. „	290	44	53	55	75	—	421
11.—15. „	1435	424	228	347	303	369	224
16.—20. „	507	221	138	244	241	128	177
21.—25. „	226	136	68	127	128	32	47
26.—31. „	720	830	430	850	705	880	400
Summa:	**4228**	**2001**	**1136**	**1942**	**1831**	**1631**	**3071**
Gesammtresultat:							
Vom 11./IV. bis 31./X.	**71776**	**38165**	**31775**	**39165**	**41064**	**24402**	**31764**

B. (1880.)

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 qcm Fläche in ccm.							
		Lehm		Humoser Kalksand		Reiner Kalksand		Gemisch von Quarzs. u. Torf.	
		dicht.	locker.	dicht.	locker.	dicht.	locker.	dicht.	locker.
1.— 5. Mai	240	—	—	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	2182	755	978	520	687	80	106	1202	1178
11.—15. „	400	—	65	—	32	—	—	160	234
16.—20. „	400	—	—	—	—	—	—	138	218
21.—25. „	460	16	184	—	76	—	—	292	430
26.—31. „	2531	1820	2020	1360	1745	1045	1590	2095	2075
Summa: . . .	**6213**	**2591**	**3247**	**1880**	**2540**	**1125**	**1696**	**3887**	**4135**
1.— 5. Juni	721	226	254	133	209	78	72	437	431
6.—10. „	945	260	302	198	312	65	42	550	530
11.—15. „	370	328	266	110	232	12	42	302	340
16.—20. „	250	32	60	—	26	—	—	151	162
21.—25. „	1620	792	832	360	632	270	338	1130	1118
26.—30. „	386	—	—	—	—	—	—	174	146
Summa: . . .	**4292**	**1638**	**1714**	**801**	**1411**	**425**	**494**	**2744**	**2727**

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 qcm Fläche in ccm.							
		Lehm		Humoser Kalksand		Reiner Kalksand		Gemisch von Quarzs. u. Torf.	
		dicht.	locker.	dicht.	locker.	dicht.	locker.	dicht.	locker.
1.— 5. Juli	3420	1775	1665	2294	2232	1975	2050	2526	2480
6 —10. „	1080	816	810	554	707	486	460	896	1148
11.—15. „	520	250	287	254	216	250	230	370	560
16.—20. „	674	—	—	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	932	280	330	220	420	—	—	508	408
26.—31. „	828	28	34	—	—	—	—	94	172
Summa: . . .	**7454**	**3149**	**3126**	**3322**	**3575**	**2711**	**2740**	**4394**	**4768**
1.— 5. Aug.	918	420	415	390	417	144	120	602	670
6.—10. „	1512	1002	1020	1000	992	892	784	1190	1154
11.—15. „	1634	1280	1280	1350	1460	1115	1340	1460	1430
16.—20. „	496	70	86	54	52	56	—	90	—
21.—25. „	1896	1304	1161	1020	852	613	946	1033	1223
26.—31. „	168	44	42	—	148	308	—	—	136
Summa: . . .	**6624**	**4120**	**4002**	**3814**	**3921**	**3128**	**3190**	**4375**	**4613**
1.— 5. Septb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	360	—	—	—	—	—	—	—	—
11.—15. „	206	—	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	1605	826	897	844	830	255	465	1301	1356
21.—25. „	510	398	364	380	380	310	256	443	388
26.—30. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa: . . .	**2681**	**1224**	**1261**	**1224**	**1210**	**565**	**721**	**1744**	**1747**
				C. (1881.)				Torf.	
1.— 5. Mai	167	—	—	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.—15. „	230	—	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	1350	—	—	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	395	—	—	—	—	—	—	—	—
26.—31. „	7206	5413	5691	5089	5394	4571	5160	5606	6179
Summa: . . .	**9348**	**5413**	**5691**	**5089**	**5394**	**4571**	**5160**	**5606**	**6179**
1.— 5. Juni	57	—	—	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	2298	1319	984	1130	1349	943	1050	1452	1630
11.—15. „	210	6	138	12	33	—	—	—	16
16.—20. „	454	—	180	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	949	—	—	—	—	—	—	—	—
26.—30. „	846	210	412	230	264	—	—	—	72
Summa: . . .	**4814**	**1535**	**1714**	**1372**	**1646**	**943**	**1050**	**1452**	**1718**

Datum.	Regen-menge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 qcm Fläche in ccm.							
		Lehm		Humoser Kalksand		Reiner Kalksand		Torf.	
		dicht.	locker.	dicht.	locker.	dicht.	locker.	dicht.	locker.
1.— 5. Juli	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	240	—	—	—	—	—	—	—	—
11.—15. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	305	—	—	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	1756	—	454	200	608	—	—	—	286
26.—31. „	282	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa: . . .	**2583**	—	**454**	**200**	**608**	—	—	—	**286**
1.— 5. Aug.	135	—	—	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.—15. „	256	—	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	1022	—	—	14	222	—	—	—	—
21.—25. „	1444	600	830	780	870	36	12	450	720
26.—31. „	1484	1035	866	1148	1192	910	845	1020	1086
Summa: . . .	**4341**	**1635**	**1696**	**1942**	**2284**	**946**	**857**	**1470**	**1806**
1.— 5. Sept.	791	564	464	568	547	500	474	568	529
6.—10. „	348	—	30	—	—	—	—	20	—
11.—15. „	76	—	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	294	—	—	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	324	—	—	—	—	—	—	—	—
26.—30. „	790	310	360	324	410	84	—	282	330
Summa: . . .	**2623**	**874**	**854**	**892**	**957**	**584**	**474**	**860**	**859**

Gesammtresultat:

	Regen-menge	Sickerwassermenge.							
		Lehm		Humoser Kalksand		Reiner Kalksand		Gemisch von Quarzs. u. Torf	
		dicht	locker	dicht	locker	dicht	locker	dicht	locker
B. 1. V—30/IX.	**27264**	**12722**	**13350**	**11041**	**12657**	**7954**	**8841**	**17144**	**17990**
C. 1. V—30/IX.	**22409**	**9457**	**10409**	**9495**	**10889**	**7044**	**7541**	**9388**	**10848**

Diese Zahlen lassen erkennen,

daß die Sickerwassermengen im lockeren Zustande des Bodens größer sind als im dichten.

Versuch IV.

Die Sickerwassermengen bei verschiedenem Steingehalt des Bodens.

Nachdem durch anderweitige Untersuchungen des Referenten[1]) der Nachweis geliefert worden war, daß im Boden vorkommende Steine auf die Wasserbewegung einen erheblichen Einfluß ausüben, schien es wünschenswerth, experimentell der Frage näher zu treten, in wie weit die Sickerwassermengen durch einen größeren oder geringeren Gehalt des Erdreiches an Steinen beeinflußt würden. Zu diesem Zweck wurden grober Quarzsand und humoser Kalksandboden, dem Volumen nach mit 10, resp. 20, 30, 40 und 50% Kalksteinen von Wallnuß- bis Taubenei-Größe gemischt, sowie im unveränderten Zustande in kleine Lysimeter gefüllt und im Frühjahr 1886 in's Freie gebracht. Den folgenden Winter über wurden die Apparate mit einem wasserdichten Dach überdeckt und wurden im nächsten Sommerhalbjahr, ohne umgefüllt zu werden, zur Fortsetzung der Versuche benutzt.

Die folgenden Tabellen enthalten die ermittelten Resultate:

Versuch IV.
A. (1886.)

Datum.	Regenmenge.	Sickerwassermengen pro 400 □cm Fläche in ccm.											
		Quarzsand.						Humoser Kalksand.					
		Ohne Steine.	Mit Steinen.					Ohne Steine.	Mit Steinen.				
	ccm		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
15.—20. April	232	—	—	—	—	19	112	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	1380	830	920	1046	956	1050	1080	—	89	44	128	188	179
26.—30. „	180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa: . .	**1792**	**830**	**920**	**1046**	**956**	**1069**	**1192**	—	**89**	**44**	**128**	**188**	**179**
1.— 5. Mai	90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.—15. „	981	300	400	412	382	470	517	—	—	—	—	9	15
16.—20. „	32	100	18	28	44	23	19	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	1457	699	844	799	809	798	821	13	—	—	—	—	105
26.—31. „	358	5	100	168	216	135	122	—	—	—	—	—	23
Summa: . .	**2918**	**1104**	**1362**	**1407**	**1451**	**1426**	**1479**	**13**	—	—	—	**9**	**143**
1.— 5. Juni	1125	401	429	568	372	646	529	—	—	—	—	—	46
6.—10. „	3293	2903	3107	3058	3104	2917	2691	2175	2387	2204	2311	2125	2040
11.—15. „	2080	1815	1850	1849	1774	1749	1697	1424	1623	1549	1486	1498	1448
16.—20. „	1983	1309	1344	1333	1242	1262	1249	998	1019	1024	992	926	887
21.—25. „	871	666	761	683	647	593	624	498	505	518	501	420	446
26.—30. „	420	138	241	207	283	173	88	—	—	—	—	—	115
Summa: . .	**9772**	**7232**	**7732**	**7698**	**7422**	**7340**	**6878**	**5095**	**5534**	**5295**	**5290**	**4969**	**4982**

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. VII. 1884. S. 295 und Bd. VIII. 1885. S. 207.

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 □cm Fläche in ccm.											
		Quarzsand.						Humoser Kalksand.					
		Ohne Steine.	Mit Steinen.					Ohne Steine.	Mit Steinen.				
			10 %	20 %	30 %	40 %	50 %		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
1.— 5. Juli	67	—	—	—	—	18	—	—	—	—	7	—	—
6.—10. „	1858	1150	1195	1394	1188	1215	1302	656	695	714	813	696	707
11.—15. „	797	568	574	631	632	561	539	313	306	310	345	312	329
16.—20. „	589	325	297	319	285	311	334	182	191	158	197	206	340
21.—25. „	1310	680	765	776	761	755	693	387	388	350	413	387	354
26.—31. „	448	523	312	271	294	296	319	80	114	102	147	225	228
Summa: . .	**5069**	**3246**	**3143**	**3391**	**3160**	**3156**	**3187**	**1618**	**1694**	**1634**	**1922**	**1826**	**1958**
1.— 5. Aug.	816	524	528	579	569	561	552	415	376	384	390	352	382
6.—10. „	892	596	613	620	625	631	641	413	423	434	464	411	551
11.—15. „	2222	1643	1728	1772	1675	1798	1655	1571	1558	1519	1540	1500	1554
16.—20. „	228	40	151	122	91	64	75	—	11	—	24	—	58
21.—25. „	4020	1930	1843	2252	1820	2117	1720	2084	2213	2057	2245	2196	2000
26.—31. „	878	709	760	783	846	665	843	724	714	698	730	602	612
Summa: . .	**9056**	**5442**	**5623**	**6128**	**5626**	**5836**	**5486**	**5207**	**5295**	**5092**	**5393**	**5061**	**5157**
1.— 5. Sept.	—	—	7	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	377	78	43	110	80	129	66	—	—	—	—	—	29
11.—15. „	161	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	562	336	347	454	351	382	352	—	—	—	69	60	88
21.—25. „	594	317	318	290	330	342	336	16	42	78	150	135	60
26.—30. „	—	—	—	—	—	11	—	—	—	—	—	11	9
Summa: . .	**1694**	**731**	**715**	**854**	**761**	**877**	**754**	**16**	**42**	**78**	**219**	**206**	**186**

B. (1887.)

Datum.	Regenmenge. ccm	Quarzsand Ohne Steine	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	Humoser Kalksand Ohne Steine	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
1.— 5. April	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.—15. „	326	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	388	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	227	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26.—30. „	190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa: . .	**1149**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.— 5. Mai	187	—	—	—	—	58	—	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	1240	757	803	889	856	879	751	—	92	112	233	222	323
11.—15. „	1268	1119	1065	1109	1087	1095	1049	1032	978	965	1021	992	964
16.—20. „	149	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—	—	11
21.—25. „	633	349	295	330	317	343	293	10	20	47	121	132	144
26.—31. „	631	307	314	345	336	349	301	—	—	23	89	93	112
Summa: . .	**4108**	**2532**	**2477**	**2682**	**2596**	**2724**	**2294**	**1042**	**1090**	**1147**	**1464**	**1439**	**1554**
1.— 5. Juni	1428	808	805	904	796	550	680	125	229	370	495	376	489
6.—10. „	474	398	275	366	368	382	334	347	357	319	349	278	299
11.—15. „	69	—	31	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	227	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26.—30. „	530	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa: . .	**2728**	**1206**	**1111**	**1270**	**1164**	**945**	**1014**	**472**	**586**	**689**	**844**	**654**	**788**

Datum.	Regenmenge.	Sickerwassermengen pro 400 qcm Fläche in ccm.											
		Quarzsand.						Humoser Kalksand.					
		Ohne Steine.	Mit Steinen.					Ohne Steine.	Mit Steinen.				
	ccm		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
1.— 5. Juli	107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	830	276	278	339	328	360	282	—	—	—	—	—	—
11.—15. „	654	434	457	482	439	446	441	—	—	—	52	86	126
16.—20. „	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	2697	1205	1378	1452	1332	1302	1024	753	1038	1076	1105	1051	1072
26.—31. „	1042	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13
Summa: . .	**5349**	**1915**	**2113**	**2273**	**2099**	**2108**	**1747**	**753**	**1038**	**1076**	**1157**	**1137**	**1211**
1.— 5. Aug.	680	830	860	860	780	860	682	214	276	340	466	393	327
6.—10. „	78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	14	—
11.—15. „	679	365	291	338	253	357	282	—	—	—	22	37	35
16.—20. „	1366	1111	1094	1112	1056	1094	1049	617	694	781	872	869	821
21.—25. „	149	39	86	83	88	93	78	26	56	44	69	66	108
26.—31. „	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa: . .	**2977**	**2345**	**2331**	**2393**	**2177**	**2404**	**2091**	**857**	**1026**	**1165**	**1461**	**1379**	**1291**
1.— 5. Sept.	577	84	90	120	122	137	120	—	—	—	—	—	31
6.—10. „	1274	1047	1092	1105	1171	1104	1073	512	585	502	712	737	670
11.—15. „	105	62	—	—	—	—	—	—	—	—	11	18	31
16.—20. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	209	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26.—30. „	276	36	14	32	47	72	22	—	—	—	—	—	—
Summa: . .	**2441**	**1229**	**1196**	**1257**	**1340**	**1313**	**1215**	**512**	**585**	**502**	**723**	**755**	**732**

Gesammtresultat:

	Regenmenge	Ohne Steine	Mit 10 % Steinen	Mit 20 % Steinen	Mit 30 % Steinen	Mit 40 % Steinen	Mit 50 % Steinen
		Quarzsand. Sickerwassermenge.					
A. 15/IV—30/IX.	**30301**	**18585**	**19495**	**20524**	**19376**	**19704**	**18976**
B. 1/IV—30/IX.	**18752**	**9227**	**9228**	**9875**	**9376**	**9494**	**8361**
		Humoser Kalksand.					
A. 15/IV—30/IX.	**30301**	**11949**	**12654**	**12143**	**12952**	**12259**	**12605**
B. 1/IV—30/IX.	**18752**	**3636**	**4325**	**4579**	**5649**	**5364**	**5576**

Diese Zahlen lassen erkennen,

1) daß im Boden vorkommende Steine die Sickerwassermengen erhöhen,

2) daß die in die Tiefe des Bodens abgeführte Wassermenge mit der Zahl der Steine zunimmt, bis zu einer bestimmten Grenze (20—30 Vol. % Steine), über welche hinaus dieselben bei einem höheren Gehalt an Steinen wieder abnehmen.

Aus den bisherigen Mittheilungen ergiebt sich mit voller Deutlichkeit, daß die Struktur eines und desselben Bodens von nicht geringem Einfluß auf die in demselben auftretenden Sickerwassermengen ist. In welcher Weise die betreffenden Wirkungen hervortreten, möge an dieser Stelle dargelegt werden, indem zunächst von denjenigen Momenten ausgegangen werden soll, welche im Allgemeinen die Drainwassermengen beherrschen.

Die Menge des in die Tiefe absickernden Wassers ist beherrscht von der Wasserkapazität, von dem Durchlässigkeits- und von dem Verdunstungsvermögen des Bodens.

Was zunächst die Wasserkapazität betrifft, so besitzt bekanntlich jeder Boden die Fähigkeit, eine nach seinen physikalischen Eigenschaften größere oder geringere Wassermenge (durch Adhäsion, Imbibition und Kapillarität) festzuhalten[1]), wodurch deren Absickern in die Tiefe gehindert ist. Hat der Boden durch die atmosphärischen Niederschläge so viel Wasser erhalten, wie er überhaupt zu fassen und festzuhalten vermag, so sickern die weiterhin an ihn gelangenden Wassermengen in größere Tiefen ab. Die Wasserkapazität der Böden ist indessen für die Größe der Sickerwasser nur bis zu dem Punkte belangreich, wo die Sättigung mit Wasser gerade eingetreten ist; sobald diese Grenze überschritten wird, d. h. sobald eine weitergehende Zufuhr seitens der atmosphärischen Niederschläge stattfindet, erweist sich die an zweiter Stelle angeführte Eigenschaft des Bodens, das Durchlässigkeitsvermögen (Permeabilität) desselben, für die in die Tiefe abtropfende Wassermenge von maßgebendstem Einfluß.

Das Durchlässigkeitsvermögen der Böden für Wasser, welches durch diejenigen Wassermengen ausgedrückt wird, die durch den gesättigten Boden bei gleicher Höhe der Schicht und gleichem Wasserdruck in einer bestimmten Zeit filtriren[2]), ist vornehmlich von den

[1]) Vergl. diese Zeitschrift. Bd. VIII. 1885. S. 177.
[2]) Vergl. diese Zeitschrift. Bd. X. 1887. S. 203.



Widerständen abhängig, welche sich der Bewegung des Wassers entgegenstellen, wie solche durch Reibung und Adhäsion der Wassertheilchen an den Bodenpartikeln, sowie durch die Wirkungen der Kapillarität gegeben sind. In dem Maße diese Widerstände wachsen, nimmt die Filtrationsfähigkeit des Bodens ab, weil in dem Grade die Abwärtsbewegung des Wassers verlangsamt wird. Das oben zugeführte Wasser wird daher um so länger in dem Boden zurückgehalten und tropft um so langsamer ab, je geringer die Permeabilität des Bodens für Wasser ist, und umgekehrt.

Von wesentlichem Einfluß auf die Drainwassermenge ist schließlich der Umstand, daß die entsprechend der Wasserkapazität und der Geschwindigkeit der Wasserbewegung von dem Erdreich festgehaltene Feuchtigkeitsmenge sich fortwährend dadurch vermindert, daß durch Verdunstung ein größerer oder geringerer Theil derselben an die Atmosphäre abgegeben wird.[1]) Je mehr die Verdunstung gefördert ist, d. i. je größer die Wassermengen sind, welche hierdurch dem Boden verloren gehen, um so größer ist derjenige Theil des atmosphärischen Wassers, welcher zur Wiederanfeuchtung, zum Ersatz des Verdunstsverlustes dient, um so mehr vermindert sich die Wassermenge, welche für die Absickerung verbleibt, und umgekehrt.

Je nach der Größe und Vertheilung der atmosphärischen Zufuhr einerseits und der physikalischen Beschaffenheit des Bodens andererseits ist die Wirkung der geschilderten drei Faktoren eine verschiedene. Bei anhaltender Trockenheit oder spärlichen Niederschlägen ist die Verdunstung des Wassers eine derart ergiebige, daß der Boden in seinem Feuchtigkeitsgehalt weit unter denjenigen herabgeht, welcher seiner Wasserkapazität entspricht. Unter derartigen Umständen ist, wenn auch die tieferen Schichten des Erdreiches in den Bereich der Verdunstung gezogen werden, die Absickerung des Wassers vollständig sistirt. Die Wirkung der Verdunstung auf die Sickerwasser erstreckt sich aber noch auf die nachfolgende regenreiche Periode bis zu dem Punkt, wo der Boden mit Wasser gesättigt ist, indem zunächst ein mehr oder weniger großer Theil des Regenwassers dazu dient, den in dem vorhergehenden Zeitabschnitt stattgehabten Verlust zu decken. Je weiter in diesem die

---

[1]) Vergl. diese Zeitschrift. Bd. VII. 1884. S. 1—124.



Austrocknung des Bodens vorgeschritten war, um so längere Zeit dauert es, oder um so größere Mengen des atmosphärischen Niederschlags sind erforderlich, bis der Sättigungspunkt erreicht ist. Sobald dieser eingetreten ist und eine weitere Wasserzufuhr stattfindet, beginnt die Absickerung von Neuem und erweist sich nunmehr für den Umfang derselben, besonders der Zeit nach, die Permeabilität des Bodens, die Filtrationsfähigkeit desselben, von hervorragendstem Einfluß.

Zieht man längere Zeitabschnitte in Betracht, so stehen in der Regel die Sickerwasser- zu den Verdunstungsmengen in einem derartigen wechselseitigen Verhältniß, daß beide, zusammen addirt, fast genau die in der gleichen Zeit gefallene Niederschlagsmenge ausmachen.[1]) Die in dieser Richtung bestehenden kleinen Differenzen werden durch ungleichen Wassergehalt des Bodens zu Anfang und zu Ende der Beobachtungszeit hervorgerufen. Treten hierin keine Unterschiede auf, so ist die Sickerwasser- sammt der Verdunstungs- gleich der Niederschlagsmenge. In diesem Fall ist man berechtigt, wie dies von den Eingangs aufgeführten Autoren vielfach geschehen ist, die Verdunstungsmenge einfach durch Substraktion der Sickerwasser- von der Niederschlagsmenge zu berechnen.

Im Zusammenhalt mit den Resultaten derjenigen Versuche, welche sich mit dem Einfluß der physikalischen Beschaffenheit des Bodens auf die Durchlässigkeit, Wasserkapazität und das Verdunstungsvermögen des Bodens im Detail beschäftigten, lassen sich aus vorstehenden Erörterungen die Ursachen der in den Experimenten des Referenten hervorgetretenen Gesetzmäßigkeiten leicht herleiten.

Die Erscheinungen, welche sich in Versuch I ergeben haben, finden ihre Erklärung in dem Umstande, daß die Permeabilität für Wasser um so geringer[2]), die Wasserkapazität[3]), sowie die Verdunstung[4]) um so größer, je kleiner der Durchmesser der den Boden zusammensetzenden Elemente ist. Indem die bezeichneten, für die Feuchtigkeitsverhältnisse des Erdreichs maßgebenden Eigenschaften sich bei dem Gemisch verschiedener Korngrößen im Mittel der Extreme halten, bietet die Thatsache, daß die Sickerwassermengen in diesem Versuchsmaterial im Ver-

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. X. 1887. S. 442.
[2]) Ebenda. Bd. X. 1887. S. 203.
[3]) Ebenda. Bd. VIII. 1885. S. 195 und 197.
[4]) Ebenda. Bd. VII. 1884. S. 58.

gleich zu jenen in den einzelnen Körnersortimenten eine mittlere Größe besitzen, nichts Auffälliges dar.

Zur Erklärung der aus Versuch II abgeleiteten Schlußfolgerung ist die Thatsache heranzuziehen, daß der Boden im pulverförmigen Zustande (Einzelkornstruktur) das Wasser langsamer leitet[1]), und eine höhere Wasserkapazität[2]) und ein größeres Verdunstungsvermögen[3]) besitzt, als bei krümeliger Beschaffenheit (Krümelstruktur). Dafür, daß die betreffenden Unterschiede zwischen den verschiedenen Kornsortimenten des krümeligen Bodens verhältnißmäßig gering ausfielen, spricht der Umstand, daß durch den Regen im Laufe der Zeit eine theilweise Verschlämmung des Materiales herbeigeführt wird.

Wenn, wie in Versuch III gezeigt wurde, durch das Zusammenpressen des Erdreiches die Sickerwassermengen vermindert werden, so beruht dies darauf, daß durch diese Operation der Abfluß des Wassers in die Tiefe verlangsamt[4]), die Wasserkapazität[5]) in gleicher Weise wie die Verdunstung[6]) erhöht wird.

Weniger leicht lassen sich die Ursachen der in Versuch IV hervorgetretenen Gesetzmäßigkeiten auf Grund der bisher gewonnenen Kenntnisse über die Beziehungen der Steine zu der Bodenfeuchtigkeit erkennen. Zur Zeit kann mit Sicherheit angenommen werden, daß die Wasserkapazität[7]) und die Verdunstung[8]) mit dem Gehalt des Bodens an Steinen abnehmen und die Bewegung des Wassers in dem gleichen Maße verlangsamt wird.[9]) Wenn sonach im Allgemeinen der steinhaltige Boden größere Sickerwassermengen liefert, so kann dies vornehmlich nur auf den beiden ersteren Eigenschaften beruhen, durch welche die Wirkungen der letzteren überwogen werden. Im Uebrigen sei bezüglich der aus den Versuchsergebnissen abzuleitenden Detailfragen auf die zu baldiger Veröffentlichung bestimmten ausführlichen Untersuchungen des Referenten

---

1) Diese Zeitschrift. Bd. VII. 1884. S. 287.
2) Ebenda. Bd. VIII. 1885. S. 195.
3) Ebenda. Bd. VII. 1884. S. 64.
4) Ebenda. Bd. VIII. 1885. S. 207.
5) Ebenda. Bd. VIII. 1885. S. 199.
6) Ebenda. Bd. VII. 1884. S. 68.
7) Ebenda. Bd. VIII. 1885. S. 200.
8) Ebenda. Bd. VII. 1884. S. 72.
9) Ebenda. Bd. VIII. 1885. S. 207.

über den Einfluß der. Steine auf die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens verwiesen.

Versuchsreihe II.

Die Sickerwassermengen in verschiedenen Bodenarten.

Versuch I.

Die Sickerwassermengen in verschiedenen natürlichen Böden.

Zur Bestimmung der Sickerwassermengen wurden in diesem Versuche drei Bodenarten benutzt, welche sich in ihrem physikalischen Verhalten wesentlich unterschieden und drei die Struktur des Bodens bedingende Hauptbodengemengtheile (Sand, Thon und Humus) repräsentirten.

Der Sand, Quarzsand, mit Körnern von Staubform bis Linsengröße stammte aus der Nürnberger Gegend; der Thon (Ziegellehm) von Berg am Laim (bei München); an dritter Stelle wurde Torf von Schleißheim (bei München) in grobpulverigem Zustande mit 73—77⁰/₀ organischer Substanz verwendet.

Die mechanische Analyse des Lehmes und Sandes zeigte folgende Zusammensetzung:

	Maschenweite mm	Lehm ⁰/₀	Sand ⁰/₀
Grobkies	> 6,75	1,055	—
Mittelkies	4,0—6,75	0,141	—
Feinkies	2,5—4,0	0,297	7,26
Grobsand	0,7—2,5	1,906	32,17
Mittelsand	0,3—0,7	4,133	3,55
Feinsand	< 0,3	58,705	54,64
Abschlämmbare Theile .	—	33,763	2,38

Die drei Bodenarten wurden in große Lysimeter fest eingefüllt. Die Versuchsergebnisse sind in folgenden Tabellen übersichtlich zusammengestellt:

Versuch I.

A. (1875.)

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm.			Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm.		
		Sand.	Lehm.	Torf.			Sand.	Lehm.	Torf.
1.— 5. Mai	2250	—	—	—	1.— 5. Aug.	1388	665	9	198
6.—10. „	275	—	—	—	6.—10. „	2785	2596	1832	2149
11.—15. „	1310	—	—	—	11.—15. „	520	123	7	—
16.—20. „	3056	2098	—	626	16.—20. „	—	—	—	—
21.—25. „	1967	1652	—	824	21.—25. „	950	105	15	14
26.—31. „	528	159	—	36	26.—31. „	1882	1017	—	37
Summa: . .	**9386**	**3909**	—	**1486**	Summa: . .	**7525**	**4506**	**1863**	**2398**
1.— 5. Juni	—	—	—	—	1.— 5. Sept.	1983	1567	475	1274
6.—10. „	1702	992	—	8	6.—10. „	—	59	—	—
11.—15. „	1205	544	10	7	11.—15. „	—	—	—	—
16.—20. „	4493	3659	1896	2702	16.—20. „	—	—	—	—
21.—25. „	1182	784	197	479	21.—25. „	1585	750	—	41
26.—30. „	2284	2125	1628	1813	26.—30. „	1923	544	—	300
Summa: . .	**10866**	**8104**	**3731**	**5009**	Summa: . .	**5491**	**2920**	**475**	**1615**
1.— 5. Juli	818	77	—	—	1.— 5. Okt.	2850	2215	1474	1895
6.—10. „	2344	1169	—	282	6.—10. „	225	487	334	417
11.—15. „	870	495	—	105	11.—15. „	4140	3125	2986	3026
16.—20. „	4285	2807	1889	2329	16.—20. „	4737	4395	4199	4565
21.—25. „	1290	994	574	653	21.—25. „	477	305	228	211
26.—31. „	470	311	—	53	26.—31. „	938	961	826	832
Summa: . .	**10077**	**5853**	**2463**	**3433**	Summa: . .	**13367**	**11487**	**10047**	**10946**
					Gesammtsumme.	**56712**	**36779**	**18579**	**24876**

B. (1876.)

Datum.	Regenmenge. ccm	Sand.	Lehm.	Torf.	Datum.	Regenmenge. ccm	Sand.	Lehm.	Torf.
18.—20. April	895	—	—	—	1.— 5. Mai	3588	2783	2519	1706
21.—25. „	1645	—	—	—	6.—10. „	2036	2334	2047	1681
26.—30. „	3465	3844	574	2612	11.—15. „	396	25	—	—
Summa: . .	**6005**	**3844**	**574**	**2612**	16.—20. „	—	—	—	—
					21.—25. „	1473	125	—	—
					26.—31. „	1830	2218	1137	918
					Summa: . .	**9323**	**7385**	**5703**	**4305**

Datum.	Regen-menge. ccm	Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm.		
		Sand.	Lehm.	Torf.
1.— 5. Juni	1379	855	246	194
6.—10. „	1795	1000	208	191
11.—15. „	2382	1730	1078	909
16.—20. „	2725	2602	2103	1832
21.—25. „	2764	2018	1282	1298
26.—30. „	4169	3133	2178	2188
Summa: . .	**15214**	**11338**	**7095**	**6612**
1.— 5. Juli	4570	4618	4118	3867
6.—10. „	656	120	35	—
11.—15. „	—	20	—	—
16.—20. „	601	32	15	6
21.—25. „	200	—	—	—
26.—31. „	909	399	—	—
Summa: . .	**6936**	**5189**	**4168**	**3873**
1.— 5. Aug.	2095	1180	—	—
6.—10. „	—	19	—	—
11.—15. „	—	—	—	—
16.—20. „	—	—	—	—
21.—25. „	2584	1304	18	11
26.—31. „	2962	1533	767	484
Summa: . .	**7641**	**4036**	**787**	**495**

Datum.	Regen-menge. ccm	Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm.		
		Sand.	Lehm.	Torf.
1.— 5. Sept.	674	1541	846	1103
6.—10. „	1404	572	29	56
11.—15. „	955	308	—	87
16.—20. „	1836	1356	790	757
21.—25. „	1076	590	319	190
26.—30. „	2719	2573	2121	1929
Summa: . .	**8664**	**6940**	**4105**	**4122**
1.— 5. Okt.	529	334	167	51
6.—10. „	77	46	18	—
11.—15. „	124	16	—	—
16.—20. „	—	—	—	—
21.—25. „	207	21	—	—
26.—31. „	197	—	—	—
Summa: . .	**1134**	**417**	**185**	**51**
Gesammtsumme:	**54917**	**39149**	**22615**	**22070**

Versuch II.

Die Sickerwassermengen in verschiedenen künstlichen Böden.

Die in diesem Versuch verwendeten Materialien wurden aus drei Hauptbodenarten (Lehm, Sand und Torf), als Repräsentanten des Thones, Sandes und Humus, hergestellt. Der Lehm und der Torf waren dieselben wie in Versuch I, dagegen war der Sand (Quarzsand) aus einem anderen Lagerorte (Nürnberg) entnommen. Nach der mechanischen Analyse zeigte derselbe folgende Zusammensetzung:

	Maschenweite mm	Quarzsand %
Grobkies	$> 5,0$	0,00
Mittelkies	2,5—5,0	0,15

	Maschenweite. mm	Quarzsand. %
Feinkies	1,0—2,5	6,45
Grobsand	0,5—1,0	40,40
Mittelsand	0,25—0,5	42,15
Feinsand	< 0,25	9,74
Abschlämmbare Bestandtheile .	—	1,11.

Diese drei Bodenarten (der Lehm in feinpulverigem, der Torf in grobpulverigem Zustande) wurden theils in unverändertem Zustande, theils mit einander gemischt, mäßig fest in kleine Lysimeter gefüllt. Die Gemische wurden nicht nach dem Gewicht, sondern nach dem Volumen hergestellt. Welcher Art dieselben waren, ergiebt sich aus den folgenden Tabellen, in welchen die Abkürzungen bedeuten:

L = Lehm,
S = Sand,
T = Torf.

Die Beschickung der Apparate erfolgte sehr zeitig im Frühjahr, damit sich die Böden bis zum Beginn des Versuchs mit Wasser sättigen konnten. Im Winter wurden dieselben, zugedeckt, an einem geschützten Ort aufbewahrt und in dem darauf folgenden Frühjahr[1]) wieder in's Freie gebracht.

Die Sickerwassermengen sind aus nachstehenden Tabellen ersichtlich:

Versuch II.
(A. 1882.)

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 □cm Fläche in ccm.												
		Lehm.	3/4 L. 1/4 S.	1/2 L. 1/2 S.	1/4 L. 3/4 S.	Sand.	3/4 S. 1/4 T.	1/2 S. 1/2 T.	1/4 S. 3/4 T.	Torf.	3/4 T. 1/4 L.	1/2 T. 1/2 L.	1/4 T. 3/4 L.
1.— 5. Mai	1042	—	—	—	—	626	574	400	250	90	—	—	—
6.—10. „	143	—	—	—	20	132	300	164	138	108	—	—	—
11.—15. „	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	239	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26.—31. „	810	—	—	—	—	340	242	112	—	—	—	—	—
Summa: . .	**2322**	—	—	—	**20**	**1098**	**1016**	**566**	**388**	**198**	—	—	—

[1]) Im Frühjahr 1884 wurden die Gefäße bis zum Rande nachgefüllt.

Datum.	Regen-menge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 □cm Fläche in ccm.											
		Lehm.	3/4 L. 1/4 S.	1/2 L. 1/2 S.	1/4 L. 3/4 S.	Sand.	3/4 S. 1/4 T.	1/2 S. 1/2 T.	1/4 S. 3/4 T.	Torf.	3/4 T. 1/4 L.	1/2 T. 1/2 L.	1/4 T. 3/4 L.
1.— 5. Juni	1940	—	120	154	450	1616	1682	1540	1260	990	920	30	—
6.—10. „	952	—	442	480	518	787	775	665	566	518	487	462	430
11.—15. „	374	—	—	—	—	118	74	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	519	—	—	—	—	285	330	152	46	—	—	—	—
21.—25. „	330	—	—	—	54	235	148	156	118	28	32	—	—
26.—30. „	490	—	—	—	—	224	430	123	34	—	—	—	—
Summa: . . .	**4605**	—	**562**	**634**	**1022**	**3265**	**3439**	**2636**	**2024**	**1536**	**1439**	**492**	**430**
1.— 5. Juli	1594	198	262	262	385	1128	1114	1090	923	743	626	224	172
6.—10. „	1188	206	179	132	192	763	826	592	458	340	336	262	228
11.—15. „	386	88	92	80	94	260	241	192	163	108	130	148	142
16.—20. „	908	198	112	157	216	599	688	600	490	401	390	216	293
21.—25. „	573	—	—	—	—	170	207	100	36	—	—	—	—
26.—31. „	2171	1330	1321	1418	1481	1870	2132	1977	1946	1874	1711	1612	1601
Summa: . . .	**6820**	**2020**	**1966**	**2049**	**2368**	**4790**	**5208**	**4551**	**4016**	**3466**	**3193**	**2462**	**2436**
1.— 5. Aug.	1202	658	947	924	937	1086	1055	1011	996	929	1231	980	946
6.—10. „	194	—	—	—	—	68	64	20	10	16	10	36	13
11.—15. „	156	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	829	—	—	—	—	252	305	190	110	46	28	—	—
21.—25. „	1478	504	622	549	603	1289	1368	1182	1091	1025	977	1189	1062
26.—31. „	604	57	150	131	100	479	286	185	158	160	191	306	191
Summa: . . .	**4463**	**1219**	**1719**	**1604**	**1630**	**3174**	**3078**	**2588**	**2365**	**2176**	**2437**	**2511**	**2212**
1.— 5. Sept.	1231	496	800	594	480	820	1013	925	925	840	733	930	872
6.—10. „	588	340	500	490	385	520	555	535	450	520	500	515	610
11.—15. „	119	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	631	201	298	308	251	475	490	371	366	303	360	469	422
21.—25. „	730	346	627	499	477	693	620	680	690	576	597	623	680
26.—30. „	1094	773	728	847	765	910	916	857	775	800	858	1011	975
Summa: . . .	**4393**	**2156**	**2953**	**2738**	**2358**	**3418**	**3594**	**3368**	**3206**	**3039**	**3048**	**3548**	**3559**

(B. 1888.)

Datum.	Regen-menge. ccm	Lehm.	3/4 L. 1/4 S.	1/2 L. 1/2 S.	1/4 L. 3/4 S.	Sand.	3/4 S. 1/4 T.	1/2 S. 1/2 T.	1/4 S. 3/4 T.	Torf.	3/4 T. 1/4 L.	1/2 T. 1/2 L.	1/4 T. 3/4 L.
1.— 5. Mai	450	24	20	68	182	355	353	327	169	154	160	229	202
6.—10. „	78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.—15. „	232	—	—	—	—	54	76	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	562	—	—	—	—	163	190	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26.—31. „	2188	163	206	515	550	1803	1752	1410	905	630	505	652	65
Summa: . . .	**3575**	**187**	**226**	**583**	**732**	**2375**	**2371**	**1737**	**1074**	**784**	**665**	**881**	**267**

Datum.	Regenmenge ccm	Sickerwassermengen pro 400 qcm Fläche in ccm.											
		Lehm.	3/4 L. 1/4 S.	1/2 L. 1/2 S.	1/4 L. 3/4 S.	Sand.	3/4 S. 1/4 T.	1/2 S. 1/2 T.	1/4 S. 3/4 T.	Torf.	3/4 T. 1/4 L.	1/2 T. 1/2 L.	1/4 T. 3/4 L.
1.—5. Juni	297	310	300	195	226	212	278	305	236	247	214	204	212
6.—10. „	1218	—	—	—	33	339	229	218	88	28	58	155	132
11.—15. „	2054	1595	1518	1558	1583	1907	2006	2048	1735	1662	1751	1868	1810
16.—20. „	2097	1489	1619	1663	1844	1842	1972	1856	1761	1723	1817	1802	1857
21.—25. „	963	506	595	598	477	866	812	780	745	649	701	772	758
26.—30. „	811	1	3	2	2	189	211	5	7	5	4	63	54
Summa: . . .	**7440**	**3901**	**4035**	**4016**	**4165**	**5355**	**5508**	**5212**	**4572**	**4314**	**4545**	**4864**	**4823**
1.—5. Juli	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	417	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.—15. „	2313	28	249	388	525	1560	1608	1306	1009	635	695	927	928
16.—20. „	569	189	146	173	157	406	316	258	224	198	217	278	310
21.—25. „	1893	1105	1244	1225	1191	1393	1520	1321	1244	1156	1332	1454	1589
26.—31. „	731	250	364	443	391	537	424	381	340	412	449	434	285
Summa: . . .	**5923**	**1572**	**2008**	**2229**	**2264**	**3896**	**3868**	**3266**	**2817**	**2401**	**2693**	**3093**	**3112**
1.—5. Aug.	423	63	57	54	36	552	379	187	56	57	90	183	185
6.—10. „	636	96	28	52	19	273	328	115	40	14	137	249	271
11.—15. „	315	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	1152	629	630	688	710	1179	1147	1106	796	640	756	905	865
21.—25. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26.—31. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa: . . .	**2526**	**788**	**715**	**794**	**765**	**2004**	**1854**	**1408**	**892**	**711**	**983**	**1337**	**1321**
1.—5. Sept.	549	—	—	—	—	37	38	—	—	—	—	46	22
6.—10. „	642	—	—	—	—	426	550	267	6	—	—	—	—
11.—15. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	1894	122	102	110	196	201	290	112	176	172	151	154	155
21.—25. „	683	319	310	303	259	419	291	312	343	337	354	456	470
26.—30. „	1203	806	896	871	788	1053	1084	1012	922	914	943	1076	1087
Summa: . . .	**4971**	**1247**	**1308**	**1284**	**1243**	**2136**	**2253**	**1703**	**1447**	**1423**	**1448**	**1732**	**1734**

(C. 1884.)

Datum.	Regenmenge ccm	Lehm.	3/4 L. 1/4 S.	1/2 L. 1/2 S.	1/4 L. 3/4 S.	Sand.	3/4 S. 1/4 T.	1/2 S. 1/2 T.	1/4 S. 3/4 T.	Torf.	3/4 T. 1/4 L.	1/2 T. 1/2 L.	1/4 T. 3/4 L.
1.—5. April	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	1902	600	620	684	632	1185	1316	1013	1086	738	744	815	816
11.—15. „	1061	790	802	894	1058	1175	857	975	883	848	915	858	904
16.—20. „	245	132	160	177	146	80	185	155	143	107	106	130	119
21.—25. „	144	17	27	40	39	138	108	90	30	30	50	47	46
26.—30. „	256	—	—	66	95	313	111	44	12	—	14	—	—
Summa: . . .	**3608**	**1539**	**1609**	**1861**	**1970**	**2891**	**2577**	**2277**	**2154**	**1723**	**1829**	**1850**	**1885**

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 qcm Fläche in ccm.											
		Lehm.	3/4 L. 1/4 S.	1/2 L. 1/2 S.	1/4 L. 3/4 S.	Sand.	3/4 S. 1/4 T.	1/2 S. 1/2 T.	1/4 S. 3/4 T.	Torf.	3/4 T. 1/4 L.	1/2 T. 1/2 L.	1/4 T. 3/4 L.
1.— 5. Mai	499	—	62	137	157	42	278	211	98	—	32	24	—
6.—10. „	440	301	328	336	366	590	375	435	342	270	364	350	346
11.—15. „	267	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26.—31. „	74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa: . . .	**1324**	**301**	**390**	**473**	**523**	**632**	**653**	**646**	**440**	**270**	**396**	**374**	**346**
1.— 5. Juni	1086	34	244	378	476	611	676	635	305	114	60	45	—
6.—10. „	1404	890	1023	1084	1135	1189	1236	1127	1057	925	842	842	869
11.—15. „	92	26	44	104	131	206	141	167	48	67	109	90	67
16.—20. „	1234	659	730	774	707	909	884	815	761	601	697	639	689
21.—25. „	747	653	663	688	699	801	789	736	707	665	647	673	706
26.—30. „	215	—	—	—	—	48	—	—	—	—	—	—	—
Summa: . . .	**4778**	**2262**	**2704**	**3028**	**3148**	**3764**	**3726**	**3480**	**2878**	**2372**	**2355**	**2289**	**2331**
1.— 5. Juli	82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	808	131	218	321	432	556	570	475	317	163	152	117	131
11.—15. „	177	—	—	—	—	31	—	—	15	8	19	16	15
16.—20. „	1218	214	302	450	451	846	746	707	514	330	285	303	300
21.—25. „	1224	532	546	633	647	779	917	752	712	557	552	552	587
26.—31. „	612	376	394	475	425	567	570	504	460	452	456	442	484
Summa: . . .	**4121**	**1253**	**1460**	**1879**	**1955**	**2779**	**2803**	**2438**	**2018**	**1510**	**1464**	**1430**	**1517**
1.— 5. Aug.	2762	28	615	668	605	1082	2193	2309	2155	2120	492	257	219
6.—10. „	—	—	—	—	—	9	—	—	—	—	16	11	19
11.—15. „	647	—	40	—	—	192	262	230	93	—	—	—	36
16.—20. „	433	—	24	—	—	129	170	166	78	—	—	8	—
21.—25. „	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26.—31. „	1454	372	443	404	754	1079	1012	994	770	583	680	560	576
Summa: . . .	**5313**	**400**	**1122**	**1072**	**1359**	**2491**	**3637**	**3699**	**3096**	**2703**	**1188**	**836**	**850**
1.— 5. Sept.	329	—	—	—	36	160	133	116	37	—	—	—	—
6.—10. „	682	236	235	329	436	539	536	499	421	310	364	319	366
11.—15. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	259	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26.—30. „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa: . . .	**1270**	**236**	**235**	**329**	**472**	**699**	**669**	**615**	**458**	**310**	**364**	**319**	**366**

Gesammtresultat.

Bodenart:	1./V.—30./IX. 1882.	1./V.—30./IX. 1883.	1./IV.—30./IX. 1884.	Summa.
Lehm.	5395	7695	5991	19081
3/4 L. + 1/4 S.	7200	8287	7520	23007
1/2 L. + 1/2 S.	7025	8906	8642	24573
1/4 L. + 3/4 S.	7398	9169	9427	25994
Sand.	15745	15766	13256	44767
3/4 S. + 1/4 T.	16335	15854	14065	46254
1/2 S. + 1/2 T.	13709	13326	13155	40190
1/4 S. + 3/4 T.	11999	10802	11044	33845
Torf.	10415	9633	8888	28936
3/4 T. + 1/4 L.	10117	10334	7596	28047
1/2 T. + 1/2 L.	9013	11907	7098	28018
1/4 T. + 3/4 L.	8637	11257	7295	27189
Regenmenge	22603	24435	20414	67452.

Bei näherer Durchsicht vorstehender Zahlen läßt sich im Allgemeinen erkennen,

1) daß der Sand die größten Sickerwassermengen liefert, und daß dann in absteigender Linie der Torf und Lehm folgen,
2) daß durch Beimischung von Sand zum Boden eine Vermehrung, durch Beimischung von Lehm und Torf dagegen eine Verminderung der Sickerwasser bewirkt wird.

Letztere Gesetzmäßigkeiten treten besser hervor, wenn man das Versuchsjahr 1883 aus weiterhin anzuführenden Gründen ausschaltet und die Summen für die übrigen beiden Jahre berechnet:

	Lehm.	3/4 L. 1/4 S.	1/2 L. 1/2 S.	1/4 L. 3/4 S.	Sand.	3/4 S. 1/4 T.	1/2 S. 1/2 T.	1/4 S. 3/4 T.	Torf.	3/4 T. 1/4 L.	1/2 T. 1/2 L.	1/4 T. 3/4 L.	Regen.
1882. 1884.	11386	14720	15667	16825	28901	30400	26864	23043	19303	17713	16111	15932	43017

Die Ursachen der Unterschiede in den Sickerwassermengen der verschiedenen Hauptbodengemengtheile sind in dem verschiedenen Verhalten derselben zum Wasser zu suchen. Von den angewendeten Materialien besitzt der Sand die kleinste Wasserkapazität, dann folgt der Torf, während dem Lehm das größte Wasserfassungsvermögen innewohnt. Zwar haben die Untersuchungen[1]) mit feinpulverigen Böden gezeigt, daß der Torf

[1]) Vergl. diese Zeitschrift. Bd. VIII. 1885. S. 198.



(Humus) dem Lehm (Thon) in Bezug auf die Wasserkapazität überlegen ist; allein in vorliegendem Falle befand sich der Torf, wie oben bemerkt, im grobpulverigen Zustande und enthielt in diesem viele sogen. nicht kapillare Hohlräume, durch welche seine Wasseraufspeicherungsfähigkeit herabgesetzt wurde. Das Verdunstungsvermögen der verschiedenen Bodenarten ist der Wasserkapazität entsprechend, d. h. es ist in vorliegendem Fall am größten bei dem Lehm, am kleinsten bei dem Sand, während der Torf sich ähnlich wie der Lehm verhält.[1]) Hinsichtlich der Filtrationsfähigkeit ist nach den vorliegenden Untersuchungen anzunehmen, daß dieselbe bei dem Lehm am geringsten, bei dem Sand am größten und bei dem Torf von mittlerer Beschaffenheit ist.[2])

Aus diesem verschiedenen Verhalten der Böden erklären sich hinlänglich die in vorstehenden Versuchen hervorgetretenen Gesetzmäßigkeiten. Indem der Lehm das Wasser in größeren Mengen festhält, von der aufgenommenen Feuchtigkeit mehr verdunstet und das Wasser langsamer leitet als der Sand, muß derselbe eine weit geringere Absickerung aufweisen als letzterer. Das in Bezug auf die maßgebenden Eigenschaften des Torfes mittlere Verhalten erklärt zur Genüge die bei dieser Bodenart ermittelten Werthe.

Aus vorstehenden Erörterungen lassen sich ohne weiteren Kommentar die Ursachen der durch Satz 2 charakterisirten Erscheinungen herleiten. Gleichwohl bedarf es einigen Verweilens bei den betreffenden Versuchsresultaten, weil, wie die Zahlen zeigen, die Werthe für die Gemische von Lehm und Sand sehr genähert sind und einen bedeutenden Sprung von dem Gemenge: $^1/_4$ L + $^3/_4$ S zu dem reinen Sand aufweisen. Wie anderweitige, zur Veröffentlichung im nächsten Bande dieser Zeitschrift bestimmte Versuche dargethan haben, setzt schon eine Beimischung von geringen Mengen von Lehmpulver zum Sande dessen Durchlässigkeit für Wasser in einem außerordentlichen Grade herab und bewirkt die Zufuhr größerer Mengen des feinkörnigen Materials nur eine relativ geringe Herabsetzung jener Eigenschaft. In Rücksicht auf die große Uebereinstimmung der Resultate der exakt ausgeführten Laboratoriumsversuche mit denen vorliegender Untersuchungen darf angenommen werden, daß in dem in Rede stehenden Fall kein Zufall, sondern eine Gesetzmäßigkeit

[1]) Vergl. diese Zeitschrift Bd. VII. 1884. S. 81.

[2]) Ebenda. Bd. VIII. 1885. S. 209.

obwaltet. Das fragliche Verhalten der Gemische von Lehm und Sand wird sich nur durch den Umstand erklären lassen, daß die zwischen den Sandkörnern befindlichen Hohlräume durch das feinkörnige Material erfüllt werden und daß bereits geringe Mengen des letzteren ausreichend sind, dies zu bewirken.

Der Grund, weshalb das Jahr 1883 bei Berechnung der Tabelle S. 38 ausgeschaltet wurde, ist darin zu suchen, daß die Gemische von Lehm und Torf eine starke, der Menge des letzteren proportionale Volumverminderung erfahren hatten, derart daß die Bodenoberfläche nicht unbeträchtlich tief unter dem Rande der Apparate gelegen war. Dadurch trat eine unnatürliche Herabsetzung der Verdunstung und in Folge dessen eine nicht den natürlichen Verhältnissen entsprechende Vermehrung der Sickerwassermengen ein. Nachdem diesem Uebelstand durch Nachfüllen der Lysimeter im Frühjahr 1884 abgeholfen worden war, wurden, wie die Zahlen darthun, dieselben Verhältnisse wie im Jahre 1882 herbeigeführt.

Versuchsreihe III.

Der Einfluß der Mächtigkeit der Bodenschicht auf die Sickerwassermengen.

Die Versuche dieser Reihe wurden, im Gegensatz zu den im Bisherigen mitgetheilten, nicht allein während der wärmeren, sondern auch während der kälteren Jahreszeit ausgeführt, und zwar mit den in Versuchsreihe II, Versuch I verwendeten Bodenarten. Letztere wurden im feuchten Zustande im Frühjahr 1878 in große Lysimeter von 30, resp. 60, 90 und 120 cm Tiefe gefüllt, welche sich auf einer oberirdisch angebrachten Stellage befanden, welche rings von einem aus starken Brettern angefertigten Mantel umgeben war. Die 30 cm breiten Zwischenräume zwischen den Lysimetern und diesen und der äußeren Umhüllung waren mit Erde bis zum Rande der Apparate ausgefüllt. Trotzdem ein sehr solides Material zur Herstellung der ganzen Vorrichtung verwendet worden war, stürzte dieselbe am 13. Dezember 1880 in Folge von Fäulniß der in der Erde befindlichen Stützen zusammen, so daß die Versuche nicht mehr fortgesetzt werden konnten. Neben den Lysimetern war ein Regenmesser von 0,1 □m Auffangfläche angebracht, mit dem Auffanggefäß in demselben Niveau, wie der obere Rand der Durchsickerungsapparate.

Die während der Zeit vom 15. April 1878 bis 30. November 1880 notirten Sickerwassermengen sind in 5- resp. 6tägigen Mitteln in folgenden Tabellen zusammengestellt:



Versuchsreihe III. (1878—1880.)

Datum. 1878.	Regen-menge. ccm	Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm.											
		Sand.				Lehm.				Torf.			
		30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.
11.—15. April	1783	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16.—20. „	690	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21.—25. „	1785	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26.—30. „	2435	1691	1888	825	495	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa: . . .	**6693**	**1691**	**1888**	**825**	**495**	—	—	—	—	—	—	—	—
1.— 5. Mai	3140	2960	3021	2995	2590	1620	273	—	—	625	—	—	—
6.—10. „	3045	2538	2607	2582	2330	1320	1227	230	—	1385	250	—	—
11.—15. „	1965	1367	1223	985	1330	561	472	490	—	377	391	—	—
16.—20. „	808	255	384	890	2200	—	127	357	155	—	11	—	—
21.—25. „	2742	1961	816	395	273	570	—	1078	252	565	—	—	—
26.—31. „	1145	1029	1969	2775	2330	885	1641	1185	790	793	1187	223	—
Summa: . . .	**12845**	**10110**	**10020**	**10622**	**11058**	**4956**	**3740**	**3340**	**1197**	**3745**	**1839**	**223**	—
1.— 5. Juni	3720	1880	1218	759	371	622	456	340	444	501	450	103	—
6.—10. „	1005	1525	2250	2800	3580	792	1045	925	800	1356	1424	1520	275
11.—15. „	1315	240	107	414	670	—	34	358	416	—	—	40	227
16.—20. „	452	299	191	128	430	—	—	73	199	3	1	4	5
21.—25. „	2725	1918	1793	834	14	294	60	76	162	625	885	64	615
26.—30. „	30	15	466	1156	1013	16	295	125	94	—	118	489	260
Summa: . . .	**9247**	**5877**	**6025**	**6091**	**6078**	**1724**	**1890**	**1897**	**2115**	**2485**	**2878**	**2220**	**1382**
1.— 5. Juli	2795	1943	1707	896	1167	482	120	93	129	760	1035	963	884
6.—10. „	2640	2155	2280	2745	2041	769	800	222	206	1320	1801	1610	1195
11.—15. „	1905	1118	1021	790	1900	351	436	489	435	354	724	835	1565
16.—20. „	—	9	396	712	98	10	196	372	393	—	116	552	17
21.—25. „	490	—	138	365	220	—	9	310	350	—	10	237	86
26.—31. „	5210	3258	2324	1168	1336	1075	563	123	221	1280	1850	1001	1455
Summa: . . .	**13040**	**8483**	**7866**	**6676**	**6762**	**2687**	**2124**	**1609**	**1734**	**3714**	**5536**	**5198**	**5202**
1.— 5. Aug.	1550	1312	2120	2795	2455	931	1496	1170	825	1010	1710	2030	1285
6.—10. „	1880	1155	939	648	1240	209	197	479	705	140	562	617	1100
11.—15. „	1250	350	407	745	116	12	193	239	372	—	103	470	143
16.—20. „	1737	1050	1230	985	1286	526	436	166	261	335	797	639	1125
21.—25. „	3465	2007	1776	1235	984	1162	761	238	312	1205	1465	690	750
26.—31. „	6366	4522	3995	4145	4735	2870	2410	2292	1909	4245	4105	4685	3090
Summa: . . .	**16248**	**10396**	**10467**	**10558**	**10816**	**5710**	**5493**	**4584**	**4384**	**6935**	**8742**	**9131**	**7493**
1.— 5. Sept.	340	339	1663	2300	2455	514	1300	1455	1790	195	1272	2150	2185
6.—10. „	1115	475	165	370	474	—	189	431	704	—	116	398	719
11.—15. „	2220	1185	752	172	796	380	19	185	352	234	838	184	817
16.—20. „	318	56	698	740	455	88	313	181	95	—	285	511	690
21.—25. „	832	100	192	436	484	—	87	77	90	—	—	110	483
26.—30. „	4650	4326	4355	4393	3937	3453	2850	2420	1975	3465	4207	3566	2030
Summa: . . .	**9475**	**6481**	**7825**	**8411**	**8601**	**4435**	**4758**	**4749**	**5006**	**3894**	**6718**	**6919**	**6924**

Datum. 1878.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm.											
		Sand.				Lehm.				Torf.			
		30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.
1.— 5. Oktbr.	1050	484	612	818	1454	40	202	469	755	—	310	513	1663
6.—10. "	290	—	248	237	71	—	87	228	380	—	42	305	482
11.—15. "	1435	710	190	206	285	34	15	119	255	—	289	90	482
16.—20. "	507	100	506	317	51	29	11	88	189	—	222	315	324
21.—25. "	226	20	125	214	—	—	11	35	94	—	110	157	169
26.—31. "	720	805	422	448	587	278	21	47	168	198	506	292	413
Summa: . . .	**4228**	**2119**	**2103**	**2240**	**2448**	**381**	**347**	**986**	**1841**	**198**	**1479**	**1672**	**3533**
1.— 5. Novbr.	460	126	377	306	344	52	27	11	95	17	86	219	—
6.—10. "	875	147	175	262	161	—	19	5	10	—	—	83	232
11.—15. "	1295	540	260	253	341	334	14	33	58	—	145	105	38
16.—20. "	73	366	568	1524	131	289	152	115	69	151	246	160	370
21.—25. "	154	—	198	420	8	404	323	309	117	404	488	233	223
26.—30. "	305	54	308	638	826	24	331	320	383	290	409	392	187
Summa: . . .	**3162**	**1233**	**1886**	**3403**	**1811**	**1103**	**866**	**793**	**732**	**862**	**1374**	**1192**	**1050**
Dezember	**5335**	—	**250**	**760**	**846**	**178**	**174**	**228**	**488**	—	**114**	**347**	**594**
Januar 1879	**2275**	**4020**	**3730**	**3190**	**249**	**3985**	**3368**	**2257**	**253**	**1000**	—	**21**	**53**
Februar	**6360**	**3377**	**5195**	**3382**	—	**3051**	**5230**	**4061**	**39**	**3462**	**2414**	**42**	**14**
1.— 5. März	570	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.—10. "	430	1380	2299	2795	1381	1190	1793	1425	56	1680	2378	899	—
11.—15. "	1067	380	611	800	3625	—	103	285	2690	—	1220	1225	—
16.—20. "	9	17	384	900	4460	—	54	431	3630	—	702	2782	2020
21.—25. "	16	—	41	91	511	—	32	119	4100	—	27	2170	3902
26.—31. "	170	—	48	91	196	—	—	28	474	—	—	289	1845
Summa: . . .	**2262**	**1777**	**3383**	**4677**	**10173**	**1190**	**1982**	**2288**	**10950**	**1680**	**5327**	**7365**	**7767**
1.— 5. April	600	—	60	108	135	—	—	10	110	—	—	74	713
6.—10. "	1435	860	109	82	109	—	—	6	43	—	70	621	1029
11.—15. "	369	86	866	343	63	—	—	—	9	—	227	354	—
16.—20. "	3290	2574	2799	2531	2327	1040	2035	1328	674	580	2263	1569	810
21.—25. "	623	154	312	657	1101	—	166	496	948	—	35	540	1316
26.—30. "	2291	1497	1255	736	324	148	912	439	371	—	1217	939	548
Summa: . . .	**8608**	**5171**	**5401**	**4457**	**4059**	**1188**	**3113**	**2279**	**2155**	**580**	**3812**	**4097**	**4416**

Datum. 1879.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm.											
		Sand.				Lehm.				Torf.			
		30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.
1.— 5. Mai	1935	1520	987	670	686	580	433	398	439	470	1000	273	710
6.—10. „	3400	2672	3087	2180	1606	2038	1888	1053	728	1974	2148	1549	1145
11.—15. „	750	711	2214	3305	3500	958	2076	2750	2920	620	1272	2390	2145
16.—20. „	3173	2450	2362	2020	1554	1424	1737	1405	1144	1247	2018	1649	1297
21.—25. „	234	13	263	742	1382	—	201	729	1049	—	20	600	1076
26.—31. „	1276	355	177	254	584	—	—	249	301	—	89	155	1078
Summa: . . .	**10768**	**7721**	**9090**	**9171**	**9312**	**5000**	**6335**	**6584**	**6581**	**4311**	**6547**	**6616**	**7451**
1.— 5. Juni	2305	1387	1548	1274	514	—	576	141	171	—	1037	757	767
6.—10. „	322	14	132	386	921	—	18	222	268	—	12	255	274
11.—15. „	1800	584	434	206	263	13	19	99	140	—	232	178	512
16.—20. „	2160	1362	1707	1606	871	240	806	576	418	—	1254	1022	688
21.—25. „	3770	2460	1263	646	1082	870	346	239	519	—	1173	454	100
26.—30. „	1700	1126	2118	2639	2780	549	1662	1537	1512	36	1898	2087	1735
Summa: . . .	**12057**	**6933**	**7202**	**6757**	**6431**	**1672**	**3427**	**3014**	**3028**	**36**	**5606**	**4753**	**3076**
1.— 5. Juli	3571	2010	2075	1765	636	940	1105	849	742	760	1614	1128	1534
6.—10. „	2623	2014	2110	2195	2660	1535	1905	1770	1665	1377	1910	2225	2180
11.—15. „	2510	1480	1116	1180	1395	482	705	907	1152	225	1023	1035	1430
16.—20. „	250	174	874	1078	938	78	555	628	731	—	223	757	983
21.—25. „	1335	325	215	449	962	—	60	401	486	—	58	204	536
26.—31. „	1790	875	681	307	456	28	43	232	252	—	504	420	410
Summa: . . .	**12079**	**6878**	**7071**	**6974**	**7047**	**3063**	**4373**	**4787**	**5028**	**2362**	**5332**	**5769**	**7073**
1.— 5. August	—	—	192	188	44	—	18	58	67	—	32	156	22
6.—10. „	3355	1972	1740	1280	690	—	274	174	150	—	1307	582	575
11.—15. „	—	10	622	1100	1159	—	430	266	94	—	48	563	573
16.—20. „	3208	2135	1643	1022	749	594	730	420	270	—	1391	432	539
21.—25. „	5385	2555	3490	4571	6310	1831	3330	3502	3729	2550	3984	4885	4947
26.—31. „	133	—	180	347	277	—	140	575	919	—	12	379	1024
Summa: . . .	**12081**	**6672**	**7867**	**8508**	**9229**	**2425**	**4922**	**4995**	**5229**	**2550**	**6724**	**6997**	**7680**
1.— 5. Septbr.	1295	558	368	122	380	—	23	151	218	—	78	935	408
6.—10. „	1867	1072	857	133	280	—	23	16	38	—	515	83	170
11.—15. „	—	13	489	764	140	—	362	103	63	—	31	—	322
16.—20. „	169	—	102	358	638	—	27	67	116	—	—	—	243
21.—25. „	2437	1601	1539	601	290	285	718	223	107	—	1259	317	221
26.—30. „	1925	1428	1626	990	1265	1153	1307	713	656	—	1292	963	767
Summa: . . .	**7693**	**4672**	**4981**	**2968**	**2993**	**1438**	**2460**	**1273**	**1198**	—	**3175**	**2298**	**2131**

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm.											
		Sand.				Lehm.				Torf.			
		30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.
1.— 5. Okt.	1350	778	790	556	950	465	438	370	268	—	490	468	670
6.—10. „	—	—	393	497	544	—	211	369	526	—	15	310	649
11.—15. „	936	100	109	385	527	—	20	260	410	—	—	45	—
16.—20. „	1255	874	547	185	460	313	310	131	168	102	821	340	343
21.—25. „	2170	1802	2224	2231	1355	1590	1916	1306	1033	1416	1690	1542	1164
26.—31. „	—	14	197	559	1335	8	186	509	789	—	—	377	828
Summa: . . .	**5711**	**3568**	**4260**	**4413**	**5171**	**2376**	**3081**	**2945**	**3194**	**1518**	**3016**	**3082**	**3654**
1.— 5. Nov.	1120	556	120	170	500	294	95	224	352	152	265	149	172
6.—10. „	1630	1385	1822	1359	362	806	1487	881	549	1110	1364	1141	401
11.—15. „	351	—	125	941	1025	—	191	475	764	—	—	822	606
16.—20. „	2185	—	551	—	454	—	70	240	355	—	—	300	310
21.—25. „	280	—	289	409	348	—	146	218	263	—	—	—	294
26.—30. „	380	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa: . . .	**5946**	**1941**	**2907**	**2879**	**2689**	**1100**	**1989**	**2038**	**2283**	**1262**	**1629**	**2412**	**1783**
Dezember	**4020**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1880 Januar	**2040**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Februar	**2690**	**4997**	—	—	—	**3424**	—	—	—	**1247**	—	—	—
1.— 5. März	1260	745	4223	222	125	80	4000	120	184	810	2550	—	—
6.—10. „	—	56	1292	5225	6275	—	1740	1626	4060	—	2450	3834	2621
11.—15. „	90	—	110	2473	1494	—	22	6705	1758	—	140	928	1763
16.—20. „	1695	854	800	170	200	—	371	1611	1456	102	858	2130	1304
21.—25. „	270	—	161	364	114	—	26	387	289	—	—	944	1605
26.—31. „	665	—	164	406	444	—	—	64	220	—	—	132	358
Summa: . . .	**3980**	**1655**	**6750**	**8860**	**8652**	**80**	**6159**	**10518**	**7967**	**912**	**5998**	**7968**	**7651**
1.— 5. April	2400	1613	1307	963	434	—	412	145	68	—	680	989	295
6.—10. „	3201	2636	2390	2772	3480	2261	2998	2179	1665	1442	2406	2178	1952
11.—15. „	—	—	476	849	1340	10	257	778	1066	—	—	686	1256
16.—20. „	556	—	108	246	406	—	—	85	201	—	—	278	389
21.—25. „	590	44	94	142	221	—	—	20	34	—	—	—	114
26.—30. „	1937	1040	928	540	181	—	—	—	—	—	577	526	434
Summa: . . .	**8684**	**5333**	**5303**	**5512**	**6062**	**2271**	**3667**	**3207**	**3034**	**1442**	**3663**	**4657**	**4467**
1.— 5. Mai	585	—	200	217	208	—	—	100	68	—	34	—	350
6.—10. „	4746	3912	3822	3314	2946	2666	3040	2570	2004	1903	3605	3120	1778
11.—15. „	810	380	416	838	1162	—	148	650	961	14	310	322	1437
16.—20. „	1000	315	271	347	413	—	—	192	276	—	—	835	616
21.—25. „	1216	730	1051	512	272	—	12	14	54	—	368	—	396
26.—31. „	6384	5090	4704	4506	3610	4060	3590	2942	2152	2490	4550	3720	2198
Summa: . . .	**14741**	**10427**	**10464**	**9734**	**8611**	**6726**	**6790**	**6468**	**5515**	**4407**	**8867**	**7997**	**6775**

Datum. 1880.	Regen-menge. ccm	Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm.											
		Sand.				Lehm.				Torf.			
		30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.
1.— 5. Juni	1780	912	1226	1800	2435	190	1016	1868	2209	140	710	1585	2516
6.—10. „	2291	698	888	502	551	208	343	438	528	100	300	294	960
11.—15. „	973	834	1294	1709	1618	306	894	771	977	122	1226	1026	1009
16.—20. „	624	324	312	250	424	—	112	247	300	—	112	272	492
21.—25. „	3855	2517	2590	2427	2167	1090	1544	1432	1266	734	1978	1782	1581
26.—30. „	1030	410	356	567	940	—	48	392	582	—	12	335	732
Summa: . . .	**10553**	**5695**	**6666**	**7255**	**8135**	**1794**	**3957**	**5148**	**5862**	**1096**	**4338**	**5294**	**7340**
1.— 5. Juli	7861	6050	5451	5022	4234	4286	4230	3543	3140	4390	4574	4246	2882
6.—10. „	2530	1734	2780	3010	3510	1198	2432	2600	3140	1078	2458	2855	3570
11.—15. „	1280	855	1018	1230	1420	370	574	980	1265	440	721	854	1620
16.—20. „	1595	260	324	304	758	—	—	442	128	—	—	524	850
21.—25. „	2124	1310	975	370	66	32	290	12	—	—	1096	584	186
26.—31. „	1960	608	765	1360	1187	14	248	438	386	—	70	512	978
Summa: . . .	**17350**	**10817**	**11313**	**11296**	**11175**	**5900**	**7774**	**8015**	**8059**	**5908**	**8919**	**9575**	**10086**
1.— 5. Aug.	2400	1466	1622	1284	687	—	446	104	52	—	1070	679	334
6.—10. „	3792	2738	2849	3348	3990	1916	2338	2417	2022	1240	2711	2822	2106
11.—15. „	4253	4476	3832	3332	2844	2550	3086	2338	3006	2638	3265	3038	2938
16.—20. „	1068	428	338	526	1050	—	302	848	1202	12	354	882	1548
21.—25. „	5077	3050	3025	3294	2685	2146	2366	2138	582	2306	3066	2559	718
26.—31. „	345	12	459	1168	2108	24	696	1730	3497	—	270	717	3025
Summa: . . .	**16935**	**12170**	**12125**	**12952**	**13364**	**6636**	**9234**	**9575**	**10361**	**6196**	**10736**	**10697**	**10669**
1.— 5. Sept.	—	—	51	114	142	—	—	66	118	—	—	44	310
6.—10. „	939	—	210	192	190	—	—	16	60	—	—	46	444
11.—15. „	525	—	—	74	21	—	—	—	—	—	—	—	84
16.—20. „	4076	3100	2190	1108	186	720	977	95	—	560	1580	854	212
21.—25. „	1275	928	1530	1805	1705	730	1517	1289	1275	582	1136	1824	1259
26.—30. „	30	—	280	612	775	—	148	542	704	—	22	302	696
Summa: . . .	**6845**	**4028**	**4261**	**3905**	**3019**	**1450**	**2642**	**2008**	**2157**	**1142**	**2738**	**3070**	**3005**
1.— 5. Okt.	2257	1500	998	338	499	640	480	165	278	630	800	345	416
6.—10. „	1390	935	1426	1419	861	637	1310	969	773	650	858	1298	788
11.—15. „	900	440	331	697	856	242	400	597	779	282	355	474	626
16.—20. „	2584	2195	1992	1356	770	1984	1734	967	652	2004	1963	1128	702
21.—25. „	5980	5240	5545	5870	4800	5100	5653	5785	5800	5185	5310	5697	5166
26.—31. „	3870	3392	3644	4270	4447	3342	3803	4043	4418	3434	3640	4324	4370
Summa: . . .	**16981**	**13702**	**13936**	**13950**	**12233**	**11945**	**13380**	**12526**	**12700**	**12185**	**12926**	**13266**	**12068**

Datum. 1880.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm.											
		Sand.				Lehm.				Torf.			
		30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.
1.— 5. Nov.	127	—	80	200	440	—	76	326	470	—	—	77	590
6.—10. „	1195	663	488	253	410	446	559	373	567	540	646	905	704
11.—15. „	648	380	354	257	154	280	336	402	375	243	355	—	518
16.—20. „	1730	1290	1590	1365	607	835	1270	815	630	800	1070	1385	727
21.—25. „	204	—	216	750	1080	10	259	664	875	—	42	278	1105
26.—30. „	720	571	117	237	366	504	280	253	367	455	515	433	72
Summa: . . .	**4624**	**2904**	**2845**	**3062**	**3057**	**2075**	**2780**	**2833**	**3284**	**2038**	**2628**	**3078**	**3716**

Gesammtresultat:

Zeit.	Bodenart.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm. Mächtigkeit der Bodenschicht:			
			30 cm.	60 cm.	90 cm.	120 cm.
Vom 10./IV. 1878 bis 30./XI. 1880.	Sand.	**275556**	**170848**	**183080**	**183480**	**180571**
	Lehm.		**89963**	**116055**	**115000**	**115894**
	Torf.		**77167**	**133075**	**135956**	**137053**

Sowohl aus den Pentaden- und Monatssummen, als auch aus der Gesammtsumme ergiebt sich unzweifelhaft,

1) daß der Wasserabfluß in die Tiefe bei geringer Mächtigkeit der Bodenschicht (30 cm) beträchtlich geringer ist als bei größerer Mächtigkeit derselben,
2) daß innerhalb gewisser Grenzen (60—120 cm) die Höhe der Bodenschicht auf die Sickerwassermengen keinen wahrnehmbaren Einfluß ausübt,
3) daß, in Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der vorigen Versuchsreihe, die unterirdische Wasserabfuhr im Sande am größten, im Lehm am geringsten ist, während der Torf in dieser Beziehung die Mitte hält.

Die Ursachen der durch Satz 1 und 2 charakterisirten, auf den ersten Blick auffälligen Erscheinungen, welche übrigens auch in den Versuchen anderer Forscher hervorgetreten sind, sind darin zu suchen, daß sich die feuchtesten Partien um so tiefer unter der Oberfläche befinden und der an letzterer stattfindende Verdunstungsverlust durch kapillares

Aufsteigen von Wasser um so mehr erschwert ist, je höher die Bodenschicht. In den Untersuchungen des Referenten über die Wasserkapazität der Bodenarten[1]) wurde nachgewiesen, daß die Bodenfeuchtigkeit von oben nach unten zunimmt, sobald die Zufuhr und Bewegung des Wassers aufgehört haben. In den oberen Schichten wird das Wasser nur durch Flächenattraktion und von den feinsten Kapillaren festgehalten, während die weniger feinen, gröberen und gröbsten Röhrchen sich entleeren. Je weiter das Wasser nach abwärts vordringt, um so mehr Hohlräume von gröberem Durchmesser betheiligen sich an der Festhaltung des Wassers, bis schließlich bei genügender Feinheit der Bodentheilchen in den untersten Schichten selbst in den größeren Hohlräumen sich kapillare Wassersäulen von entsprechender Höhe bilden.

Nach dem Vorstehenden wird es erklärlich, warum die feuchtesten Partien um so tiefer liegen, je höher die Erdschicht ist. Bei geringer Mächtigkeit letzterer liegen dieselben so nahe der Oberfläche, daß der an derselben stattfindende Verdunstungsverlust leicht durch kapillares Aufsteigen des Wassers ersetzt und in Folge dessen bedeutend größere Wassermengen verdunstet werden als bei größerer Tiefgründigkeit, wo die feuchtesten Schichten so entfernt von der Oberfläche sind, daß die Kapillarität entweder gar nicht, oder doch nur unvollkommen zur Wirkung gelangen kann. Indem aus diesen Gründen der flachere Boden mehr austrocknet als der tiefere, müssen die Sickerwassermengen in demselben geringer sein als in letzterem, weil in jenem ein größerer Theil der atmosphärischen Niederschläge zum Ersatz des verdunsteten Wassers verbraucht wird als in diesem.

Für die Richtigkeit der hieraus abzuleitenden Schlußfolgerung, daß die bezüglichen Unterschiede besonders nach Trockenperioden sich bemerkbar machen, dagegen in Zeitabschnitten ergiebiger Niederschläge, wo die Unterschiede in der Verdunstung in der bezeichneten Richtung sich ausgleichen, verwischt werden müßten, liefern die mitgetheilten Versuchsergebnisse mannigfache Anhaltspunkte. Im Uebrigen finden fragliche Resultate eine Stütze in der von dem Referenten anderweitig gemachten Beobachtung[2]), daß die Sickerwassermengen, welche von verschieden starken Streudecken abgegeben werden, bei geringer Mächtigkeit des Materials geringer sind als

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. VIII. 1885. S. 188.
[2]) Diese Zeitschrift. Bd. X. 1887. S. 437 u. 438.

bei größerer, und daß über eine gewisse Grenze hinaus die Höhe der Schicht für die Wasserabfuhr in die Tiefe mehr oder weniger belanglos ist. Aus den folgenden Zahlen wird dies ersichtlich:

	Sickerwassermengen pro 400 qcm Fläche in ccm.			
Höhe der Schicht:	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm
1/V—30/IX. 1886				
Eichenlaub . .	17591	19482	21160	21061
Fichtennadeln .	17793	19278	19523	19467
1/IV—30/IX. 1887				
Eichenlaub . .	7894	7353	12954	13272
Fichtennadeln .	8653	7356	14611	13911.

Bei der großen Uebereinstimmung dieser mit den in vorstehenden Versuchen ermittelten Zahlen kann die Richtigkeit der aus denselben abgeleiteten Schlußfolgerungen nicht in Zweifel gezogen werden.

Schließlich darf nicht unbeachtet bleiben, daß die angeführten Versuchsresultate auch einen Einfluß der Mächtigkeit der Erdschicht auf die Geschwindigkeit der Wasserabfuhr sehr deutlich erkennen lassen. Bei genauerer Durchsicht der Tabellen zeigt sich nämlich, daß bei eintretenden ergiebigen Niederschlägen das Wasser um so schneller abwärts geführt wird, in dem Maße die Bodenschicht eine geringere Mächtigkeit besitzt. Die Absickerung ist in dem Maße nachhaltiger und nimmt einen längeren Zeitraum in Anspruch, je länger der Weg ist, den das Wasser zurückzulegen hat, offenbar weil in demselben Grade die Widerstände wachsen, welche sich der Wasserbewegung entgegenstellen. Hierfür ergeben sich aus den Tabellen zahlreiche Beispiele. Noch prägnanter werden die in Rede stehenden Verhältnisse durch die Einzelbeobachtungen illustrirt, von welchen einige hier eine Stelle finden mögen:

Datum.	Regenmenge.	Sickerwassermengen pro 1000 □cm Fläche in ccm.											
		Sand.				Lehm.				Torf.			
	ccm	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.
25. Mai 1878	2210	1850	720	115	—	570	—	16	80	565	—	—	—
26. „	810	900	1010	1095	—	765	940	120	—	765	590	—	—
27. „	—	115	510	650	650	100	390	380	30	28	425	—	—
28. „	—	14	260	450	175	20	170	280	230	—	150	—	—
29. „	335	—	105	280	1320	—	70	180	220	—	22	110	—
30. „	—	—	46	170	160	—	33	125	170	—	—	70	—
31. „	—	—	38	130	25	—	38	100	140	—	—	43	—

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 1000 □cm Fläche in ccm.											
		Sand.				Lehm.				Torf.			
		30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.
31. Aug. 1878	1540	1240	480	455	495	890	420	240	290	1240	725	540	610
1. Sept. „	—	290	1095	930	540	450	770	510	460	195	940	930	650
2. „	340	23	315	650	930	52	245	400	545	—	175	570	780
3. „	—	26	130	340	710	12	130	235	330	—	70	285	530
4. „	—	—	70	230	275	—	90	180	255	—	60	210	105
5. „	—	—	53	150	—	—	65	130	200	—	27	155	120
6. „	—	—	50	120	—	—	62	115	175	—	26	135	41
7. „	—	—	43	85	—	—	49	98	155	—	19	100	20
8. „	—	—	38	71	13	—	38	86	139	—	14	83	98
25. Sept. 1878	475	100	23	68	95	—	—	12	—	—	—	14	64
26. „	4390	3710	2465	1230	195	2630	1180	400	—	3020	2440	200	160
27. „	260	595	1430	2048	2000	720	1110	1210	935	445	1400	2046	—
28. „	—	21	290	655	1112	80	300	380	360	—	250	720	1000
29. „	—	—	110	305	520	23	160	250	400	—	77	370	640
30. „	—	—	60	155	110	—	100	180	280	—	40	230	230
1. Okt. „	110	—	44	105	230	—	70	130	210	—	13	135	500
2. „	940	470	419	570	780	—	49	120	175	—	41	93	550
3. „	—	14	43	80	300	31	47	130	210	—	200	145	365
4. „	—	—	27	20	48	9	11	27	51	—	21	46	86
5. „	—	—	79	43	96	—	25	62	109	—	35	94	162
6. „	—	—	69	45	54	—	26	51	64	—	23	87	144
7. „	—	—	64	48	—	—	25	51	86	—	19	69	87
8. „	—	—	46	51	17	—	21	45	80	—	—	73	28
9. „	290	—	41	47	—	—	15	42	74	—	—	39	74
10. „	—	—	28	46	—	—	—	39	76	—	—	37	149

Die Absickerungsperiode ist hiernach um so mehr verlängert, je mächtiger die Erdschicht ist. In dem gleichen Grade verzögert sich der unterirdische Wasserabfluß im Winter resp. Frühjahr, weil der Boden um so eher aufthaut, je flachgründiger derselbe ist.

Versuchsreihe IV.

Die Sickerwassermengen bei verschiedener Beschaffenheit der Bodenoberfläche.

In dem Betracht, daß die in die Tiefe absickernden Wassermengen in hohem Grade von dem Verdunstungsvermögen des Bodens beherrscht werden[1]), wird a priori geschlossen werden dürfen, daß alle Umstände, welche bei sonst gleicher Beschaffenheit des Erdreiches die Verdunstung herabdrücken oder erhöhen, umgekehrt die Sickerwasser vermehren resp.

[1]) Vergl. oben S. 28.

vermindern werden. Demnach muß sich die Oberflächenbeschaffenheit, von welcher die Abgabe des Wassers an die Atmosphäre wesentlich mit abhängig ist[1]), auch von entsprechendem Einfluß auf die Sickerwassermengen erweisen. Um dies darzuthun, wurden in den folgenden Versuchen verschiedene bekannte Mittel in Anwendung gebracht, mittelst welcher es möglich war, die Verdunstung aus dem Boden in ergiebiger Weise zu beeinflussen.

Versuch I.

Der Einfluß des Obenaufbreitens einer Sand- und Lehmschicht auf die Sickerwassermengen im Boden.

Diese Versuche wurden mit kleinen Lysimetern angestellt, welche mit verschiedenen Bodenarten, auf deren Oberfläche eine mehr oder weniger hohe Sand- resp. Lehmschicht aufgefüllt war, beschickt waren.

Die Regenmenge und die durch den Boden gesickerten Wassermengen sind aus nachstehenden Tabellen ersichtlich:

Versuch I.
A. (1880.)

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 qcm Fläche in ccm.				
		Humoser Kalksandboden.		Lehm.		
		Unbedeckt.	5 cm hoch mit Sand bedeckt.	Unbedeckt.	1 cm hoch mit Sand bedeckt.	5 cm hoch mit Sand bedeckt.
1.— 5. Mai	240	—	—	—	—	—
6.—10. „	2182	526	990	820	1358	1267
11.—15. „	400	—	222	34	230	232
16.—20. „	400	—	188	—	169	160
21.—25. „	460	39	332	178	318	294
26.—31. „	2531	1930	2230	1830	2215	2170
Summa:	**6213**	**2495**	**3962**	**2862**	**4290**	**4123**
1.— 5. Juni	721	172	448	266	428	360
6.—10. „	945	188	538	246	692	678
11.—15. „	370	138	332	250	311	304
16.—20. „	250	—	104	76	148	140
21.—25. „	1620	342	894	818	1078	1032
26.—30. „	386	—	130	27	150	105
Summa:	**4292**	**840**	**2446**	**1683**	**2807**	**2619**

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. VII. 1884. S. 45.

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 qcm Fläche in ccm.				
		Humoser Kalksandboden.		Lehm.		
		Unbedeckt.	5 cm hoch mit Sand bedeckt.	Unbedeckt.	1 cm hoch mit Sand bedeckt.	5 cm hoch mit Sand bedeckt.
1.— 5. Juli	3420	2072	2620	1913	2555	2460
6.—10. „	1080	728	962	700	1011	917
11.—15. „	520	265	350	262	380	330
16.—20. „	674	—	30	—	140	130
21.—25. „	932	62	494	212	523	529
26.—31. „	828	—	52	14	198	160
Summa:	**7454**	**3127**	**4508**	**3101**	**4807**	**4526**
1.— 5. August	918	138	516	274	526	500
6.—10. „	1512	985	1104	1012	1184	1064
11.—15. „	1634	1225	1390	1340	1390	1340
16.—20. „	496	48	56	40	150	88
21.—25. „	1896	988	1184	1106	1334	1320
26.—31. „	168	—	18	52	90	65
Summa:	**6624**	**3384**	**4268**	**3824**	**4674**	**4377**
1.— 5. Septbr.	—	—	—	—	—	—
6.—10. „	360	—	—	—	40	—
11.—15. „	206	—	—	—	—	—
16.—20. „	1605	890	1103	996	1094	1054
21.—25. „	510	362	462	416	471	456
26.—30. „	—	—	—	—	—	—
Summa:	**2681**	**1252**	**1565**	**1412**	**1965**	**1510**

B. (1882.)

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 qcm Fläche in ccm.			
		Humoser Kalksandboden.		Quarzsand.	
		Unbedeckt.	2 cm hoch mit Quarzsand bedeckt.	Unbedeckt.	2 cm hoch mit Lehm bedeckt.
1.— 5. Mai	1042	272	616	590	432
6.—10. „	143	117	161	121	160
11.—15. „	46	—	—	—	—
16.—20. „	42	—	—	—	—
21.—25. „	239	—	—	—	—
26.—31. „	810	—	305	200	18
Summa:	**2322**	**389**	**1082**	**911**	**610**

Datum.	Regen-menge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 qcm Fläche in ccm.			
		Humoser Kalksandboden.		Quarzsand.	
		Unbedeckt.	2 cm hoch mit Quarzsand bedeckt.	Unbedeckt.	2 cm hoch mit Lehm bedeckt.
1.— 5. Juni	1940	1160	1710	1610	1044
6.—10. „	952	614	805	764	674
11.—15. „	374	—	92	120	—
16.—20. „	519	—	284	226	242
21.—25. „	330	78	224	240	168
26.—30. „	490	—	214	166	146
Summa:	**4605**	**1852**	**3329**	**3126**	**2274**
1.— 5. Juli	1594	811	1150	1239	781
6.—10. „	1183	406	739	623	532
11.—15. „	386	128	250	233	206
16.—20. „	908	440	725	602	427
21.—25. „	573	22	186	96	90
26.—31. „	2171	1459	2003	1972	1534
Summa:	**6820**	**3266**	**5053**	**4765**	**3570**
1.— 5. August	1202	931	1131	1077	801
6.—10. „	194	—	56	46	26
11.—15. „	156	—	—	—	—
16.—20. „	829	60	274	173	192
21.—25. „	1478	1039	1429	1299	1013
26.—31. „	604	128	290	275	118
Summa:	**4463**	**2158**	**3180**	**2870**	**2150**
1.— 5. Septbr.	1231	734	950	985	660
6.—10. „	588	565	150	560	540
11.—15. „	119	—	—	—	—
16.—20. „	631	245	464	438	268
21.—25. „	730	659	684	642	647
26.—30. „	1094	773	886	908	830
Summa:	**4393**	**2976**	**3134**	**3533**	**2945**
		C. (1888.)			
1.— 5. Mai	450	187	321	333	202
6.—10. „	78	—	—	—	—
11.—15. „	232	—	—	55	—
16.—20. „	562	—	149	224	—
21.—25. „	65	—	—	—	—
26.—31. „	2188	773	1454	1819	1325
Summa:	**3575**	**960**	**1924**	**2431**	**1527**

Datum.	Regen-menge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 qcm Fläche in ccm.			
		Humoser Kalksandboden.		Quarzsand.	
		Unbedeckt.	2 cm hoch mit Quarzsand bedeckt.	Unbedeckt.	2 cm hoch mit Lehm bedeckt.
1.— 5. Juni	297	210	293	266	121
6.—10. „	1218	—	206	371	192
11.—15. „	2054	1670	1953	1983	1565
16.—20. „	2097	1756	1775	1978	1721
21.—25. „	963	618	776	857	563
26.—30. „	811	5	6	214	70
Summa:	**7440**	**4259**	**5009**	**5669**	**4232**
1.— 5. Juli	—	—	—	—	—
6.—10. „	417	—	—	—	—
11.—15. „	2313	761	1272	1858	1067
16.—20. „	569	195	250	272	90
21.—25. „	1893	1243	1323	1551	1242
26.—31. „	731	376	380	534	330
Summa:	**5923**	**2575**	**3225**	**4215**	**2729**
1.— 5. August	423	66	217	250	266
6.—10. „	636	42	135	389	119
11.—15. „	315	—	—	—	—
16.—20. „	1152	779	992	1236	1020
21.—25. „	—	—	—	—	—
26.—31. „	—	—	—	—	—
Summa:	**2526**	**887**	**1344**	**1875**	**1405**
1.— 5. Septbr.	549	—	—	64	—
6.—10. „	642	—	6	454	201
11.—15. „	—	—	—	—	—
16.—20. „	1894	155	171	171	149
21.—25. „	683	328	306	451	271
26.—30. „	1203	896	954	1054	780
Summa:	**4971**	**1379**	**1437**	**2194**	**1401**
		D. (1884.)			
1.— 5. April	—	—	—	—	—
6.—10. „	1902	918	1167	1120	770
11.—15. „	1061	822	915	1043	870
16.—20. „	245	149	142	178	180
21.—25. „	144	17	20	17	11
26.—30. „	256	—	19	217	—
Summa:	**3608**	**1906**	**2263**	**2475**	**1831**

Datum.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 400 qcm Fläche in ccm.			
		Humoser Kalksandboden.		Quarzsand.	
		Unbedeckt.	2 cm hoch mit Quarzsand bedeckt.	Unbedeckt.	2 cm hoch mit Lehm bedeckt.
1—5. Mai	499	—	113	241	42
6.—10. „	440	158	358	449	323
11.—15. „	267	—	—	—	—
16.—20. „	32	—	—	—	—
21.—25. „	12	—	—	—	—
26.—31. „	74	—	—	—	—
Summa:	**1324**	**158**	**471**	**690**	**365**
1.—5. Juni	1086	—	—	695	262
6.—10. „	1404	677	927	1208	997
11.—15. „	92	41	38	203	72
16.—20. „	1234	593	683	794	710
21.—25. „	747	678	698	749	637
26.—30. „	215	—	—	23	6
Summa:	**4778**	**1989**	**2346**	**3672**	**2684**
1.—5. Juli	82	—	—	—	—
6.—10. „	808	—	—	500	351
11.—15. „	177	—	—	—	—
16.—20. „	1218	160	205	736	409
21.—25. „	1224	487	543	936	577
26.—31. „	612	486	443	514	477
Summa:	**4121**	**1133**	**1191**	**2686**	**1814**
1.—5. August	2762	1650	1505	1930	1655
6.—10. „	—	—	—	—	—
11.—15. „	647	—	—	140	77
16.—20. „	433	—	—	150	27
21.—25. „	17	—	—	—	—
26.—31. „	1454	564	617	957	844
Summa:	**5313**	**2214**	**2122**	**3177**	**2603**
1.—5. Septbr.	329	107	—	102	36
6.—10. „	682	322	283	509	406
11.—15. „	—	—	—	—	—
16.—20. „	—	—	—	—	—
21.—25. „	259	—	—	—	—
26.—30. „	—	—	—	—	—
Summa:	**1270**	**429**	**283**	**611**	**442**

Gesammtresultat:

	Regen-menge.	Humoser Kalksandboden		Lehm		
		Unbedeckt	Mit Sand bedeckt	Unbed.	Mit Sand 1cm h.bed.	Mit Sand 5cm h.bed.
A. 1/V—30/IX. 80.	**27264**	**11098**	**16749**	**12882**	**18543**	**17155**

		Humoser Kalksandboden		Quarzsand.	
		Unbedeckt	Mit Sand bedeckt	Unbedeckt	Mit Lehm bedeckt
B. 1/V—30/IX. 82.	**22603**	**10641**	**15778**	**15205**	**11549**
C. 1/V—30/IX. 83.	**24435**	**10060**	**12939**	**16384**	**11294**
D. 1/IV—30/IX. 84.	**20414**	**7829**	**8676**	**13311**	**9739**

In vollkommener Uebereinstimmung vermitteln diese Zahlen die Thatsache,

1) daß aus dem mit einer Sanddecke versehenen Boden wesentlich mehr Wasser abtropft als aus dem unbedeckten,
2) daß die Bedeckung einer stark durchlässigen Erdart (Quarzsand) mit einer dünnen Lehmschicht die Sickerwassermengen in derselben vermindert.

Nicht ohne Interesse dürfte es sein, daß bereits eine Sanddecke von nur 1 cm Mächtigkeit die geschilderte Aenderung in der unterirdischen Wasserabfuhr herbeizuführen vermag und eine stärkere Schicht (5 cm) nicht wesentlich anders, eher deprimirend, auf die Sickerwassermengen wirkt.

Ueber die Ursachen der in diesen Versuchen hervorgetretenen Erscheinungen mögen folgende Bemerkungen Platz finden.

Wird eine Bodenart, welche nur geringe Wassermengen zu fassen vermag und deshalb schnell austrocknet, wie z. B. Quarzsand (Grand, Steine u. s. w.), gleichmäßig über das Ackerland ausgebreitet, so können die atmosphärischen Niederschläge wegen der großen Durchlässigkeit der Deckschicht leicht in das letztere eindringen, während bei eintretender Trockenheit die geringen Wassermengen in dem obenaufliegenden Material sehr schnell verdunsten und diese alsdann im abgetrockneten Zustande, in Folge der Verhinderung des direkten Einflusses der Verdunstungsfaktoren auf den Boden, dem darunter befindlichen Erdreich einen ergiebigen Schutz gegen Wasserverluste gewähren. Daher ist der mit Sand bedeckte Boden während anhaltend trockener Witterung feuchter als der unbedeckte und werden zur vollkommenen Sättigung des Erdreichs im ersteren geringere Wassermengen beansprucht als im letzteren. Bei

gleicher Niederschlagsmenge muß aus diesem Grunde der mit einer Sanddecke versehene Boden mehr Wasser in die Tiefe absickern lassen als der nicht bedeckte.

Sobald eine Erdart für die Decklage gewählt wird, welche, wie der Lehm, ein dem Sande entgegengesetztes Verhalten zum Wasser zeigt, d. h. mit einer großen Wasserkapazität ausgestattet ist, wird ein Theil der Niederschläge von derselben zurückgehalten, bei ergiebiger Zufuhr sammelt sich eine mehr oder weniger hohe Wasserschicht bei horizontaler Lage der Oberfläche an und es werden dementsprechend nicht unbeträchtliche Wassermengen verdunstet, welche dem unter der Deckschicht gelegenen Erdreich verloren gehen. Dazu kommt, daß das feinkörnige Material an der Oberfläche dem gröberen unter demselben befindlichen Wasser durch Kapillarität entzieht und dieses an die Atmosphäre abgiebt, ein Vorgang, der besonders nach dem Aufhören der Niederschläge und eintretender Trockenheit in beträchtlichem Umfange stattfindet. In Folge der durch die Lehmdecke bewirkten stärkeren Verdunstung geht ein mehr oder weniger großer Theil der Niederschläge verloren und kann daher ein derartig beschaffener Boden nicht so bedeutende Sickerwassermengen liefern als der unbedeckte.

Nach dem Vorstehenden wird ganz allgemein angenommen werden können, daß alle Operationen, welche die Verdunstung aus dem Boden herabsetzen, die Sickerwassermengen vermehren, und vice versa. Das Behacken des Erdreichs, welches eine ähnliche Wirkung wie die Bedeckung mit Sand auf die Bodenfeuchtigkeit äußert, wird die Wasserabfuhr in die Tiefe erhöhen. Dagegen werden die Behäufelung, die Kammkultur, die Färbung der Bodenoberfläche mit dunkelgefärbten Substanzen u. s. w. die Sickerwassermengen vermindern, weil durch diese Operationen die Wasserverdunstung aus dem Boden, zum Theil sehr beträchtlich, vermehrt wird[1]).

Versuch II.

Der Einfluß der Bedeckung des Erdreichs mit abgestorbenen Pflanzentheilen auf die Sickerwassermengen im Boden.

In sehr eingehender Weise wurde an einer anderen Stelle dieser Zeitschrift[2]) von dem Referenten der Nachweis geliefert, daß abgestorbene

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. VII. 1884. S. 45.
[2]) Bd. X. 1887. S. 261.

Pflanzentheile (Stroh, Streu, Stalldünger u. s. w.), in einer dünnen Schicht über den Boden ausgebreitet, die Verdunstung aus letzterem herabsetzen und in dem gleichen Maße eine Vermehrung der Sickerwassermengen herbeiführen. Der Vollständigkeit wegen, besonders aber um zu zeigen, in welchem Grade der betreffende Einfluß sich im Vergleich zu den bisher in Betracht gezogenen Wirkungen geltend macht, mögen die wichtigsten Daten an dieser Stelle noch einmal angeführt werden:

1876.		Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm.						
		Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Okt.	Summa.
Sand	Brach	7385	11338	5189	4036	6940	417	**35296**
	Düngerdecke	7373	11667	5404	3925	7346	530	**36245**
Lehm	Brach	5703	7095	4168	785	4105	185	**22041**
	Düngerdecke	6088	10069	4386	1602	5816	477	**28438**
Torf	Brach	4305	6612	3873	495	4122	51	**19458**
	Düngerdecke	6352	10152	4390	2117	6800	323	**30134**
Humoser Kalksand	Brach	6124	8360	4291	1053	4454	282	**24564**
	Düngerdecke	6247	10154	4743	2599	6234	401	**30378**
Regen:		9323	15214	6936	7641	8664	1134	**48912**

Der Einfluß, den die Bedeckung des Erdreichs mit abgestorbenen Pflanzentheilen auf die Sickerwassermengen ausübt, ist, wie aus diesen Zahlen hervorgeht, ein sehr durchgreifender und äußert sich darin, daß der Boden in Folge der Bedeckung beträchtlich größere Mengen von Wasser durch Absickerung verliert als im nackten Zustande.

Versuch III.

Der Einfluß der lebenden Pflanzendecke auf die Sickerwassermengen im Boden.

Im Vergleich zu den im Bisherigen betrachteten Umständen, welche für die Sickerwassermengen von Belang sind, erweist sich die Bedeckung des Erdreiches mit einer vegetirenden Pflanzendecke von der größten Wichtigkeit, insofern als durch diese die unterirdische Wasserabfuhr in einer Weise beherrscht wird, daß die übrigen mitwirkenden Ursachen mehr oder weniger vollständig beseitigt werden. So lange der Boden mit Pflanzen besetzt ist, welche sich in vollem Wachsthum befinden,

werden demselben in Folge der überaus starken Verdunstung seitens der Gewächse und der dadurch bewirkten Wasserentnahme aus der Vegetationsschicht so enorme Mengen von Wasser verdunstet, daß der größte Theil, nicht selten die ganze Menge der Niederschläge zum Ersatz des verloren gegangenen Wassers verbraucht wird und nur sehr geringe Wassermengen, häufig gar keine, in der Tiefe des Erdreichs abfließen. In welchem außerordentlichen Grade die vegetirende Pflanzendecke nach dieser Richtung auf die Bodenfeuchtigkeit einwirkt, ist der folgenden Tabelle zu entnehmen, welche die wichtigsten Daten bereits früher mitgetheilter Untersuchungen enthält:

1874.		Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm.						
		Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Okt.	Summa.
Humoser Kalksandboden	Brach	9421	3684	933	3045	2182	86	**19351**
	Gras	9406	89	36	21	—	—	**9502**
Regen:		17190	9192	6341	8443	5152	3091	**49409**
1875.								
Sand	Brach	3909	8104	5853	4506	2920	11488	**36780**
	Gras	14	921	—	—	—	7100	**8035**
Lehm	Brach	—	3731	2463	1863	475	10047	**18579**
	Gras	—	—	—	—	—	718	**718**
Torf	Brach	1486	5009	3422	2398	1615	10946	**24876**
	Gras	—	22	130	207	—	4562	**4921**
Regen:		9386	10866	10077	7525	5491	13367	**56712**

Hiernach wird nicht allein das spezifische Verhalten der Böden in Bezug auf die Absickerung des Wassers durch die Pflanzendecke mehr oder weniger vollständig verwischt, sondern auch durch letztere die Sickerwassermenge während der Vegetationszeit auf ein Minimum herabgedrückt. **Der Einfluß der Pflanzendecke erweist sich sonach von hervorragendster Bedeutung auf die unterirdische Wasserabfuhr.** Indessen bleibt zu berücksichtigen, daß diese Wirkungen nur so lange in die Erscheinung treten, als die Pflanzen sich im vegetativen Zustande befinden. Sind dieselben abgestorben, so tragen sie in analoger Weise wie eine Decke lebloser Gegenstände zu einer Vermehrung der Sickerwassermengen bei. Während der kälteren

Jahreszeit, wo sie wenig Wasser verbrauchen, üben sie auf die Bodenfeuchtigkeit und in Folge dessen auf die Absickerung des Wassers in die Tiefe nur einen unbedeutenden Einfluß aus. Bezüglich der Details sind die Resultate der einschlägigen Untersuchungen zu vergleichen.

V. Der Einfluß der Vertheilung der Niederschläge auf die Sickerwassermengen im Boden und das Verhältniß letzterer zu den Niederschlagsmengen.

Der Umfang, in welchem die Absickerung des Wassers im Boden stattfindet, hat, wenn von jenen Lokalitäten abgesehen wird, an welchen ein seitlicher ober- oder unterirdischer Wasserzufluß stattfindet, ein hervorragendes Interesse insofern in Anspruch zu nehmen, als einerseits direkt und indirekt die Fruchtbarkeit der Vegetationsschicht (Wasser- und Nährstoffverluste), andererseits die Speisung der Quellen, sowie der Stand des Grundwassers ganz wesentlich, unter Umständen ausschließlich von jenem Moment abhängig ist. Wenngleich die einschlägigen Fragen bei einer anderen Gelegenheit[1]) ausführlicher erörtert werden sollen, so dürften doch einige derselben, nämlich jene, welche einen direkten Bezug zu den mitgetheilten Versuchsergebnissen haben, bereits an dieser Stelle in das Auge zu fassen sein.

Die Sickerwassermengen im Boden sind, wie hinlänglich gezeigt worden ist, unter sonst gleichen Verhältnissen sowohl von den physikalischen Eigenschaften, als auch von der Beschaffenheit der Oberfläche des Bodens beherrscht. Bei gleicher Beschaffenheit des Erdreichs sind sie aber vornehmlich von der Vertheilung der Niederschläge und von dem Gange der Temperatur abhängig. Indem die maßgebenden Momente in mannigfache Wechselbeziehungen treten, ergeben sich zum Theil sehr komplizirte Wirkungen, deren Ursachen im Einzelfalle ausfindig zu machen häufig erhebliche Schwierigkeiten bietet.

Sieht man zunächst von Nebenumständen ab, besonders von den bezüglichen Einflüssen der Bodenbedeckung, so lassen sämmtliche in den Versuchen des Referenten mitgetheilten Daten deutlich eine ganz gesetzmäßige Beziehung der Sickerwasser im **nackten** Boden zu den Nieder-

---

[1]) Dies soll in der Serie von Mittheilungen geschehen, welche das Verhalten der Niederschläge zum Boden und zur Pflanze betreffen. Vergl. diese Zeitschrift. Bd. X. 1887. S. 153.

schlägen erkennen, welche im Allgemeinen dahin präzisirt werden kann, **daß die Sickerwasser- mit den Niederschlagsmengen steigen und fallen.** Es kann in den zahlreichen Versuchsresultaten nicht ein einziger Fall konstatirt werden, welcher eine Ausnahme von diesem Gesetz macht. Angesichts dieses Gesetzes erscheinen alle Hypothesen hinfällig, welche, auf Grund mangelhafter Versuche oder fehlerhafter Raisonnements aufgestellt, die Bildung des Grundwassers resp. der Quellen auf andere Ursachen als auf die durch vorstehende Versuche sich ergebenden zurückzuführen suchen [1]).

Bei weiterem Eingehen auf die mitgetheilten Daten ergiebt sich, unter den angenommenen Voraussetzungen, ferner zur Evidenz, **daß die Sickerwasser- ausnahmslos geringer sind als die Niederschlagsmengen.** Erklärlich ist dies, wenn man berücksichtigt, daß ein mehr oder weniger großer Theil der letzteren verdunstet und dadurch an die Atmosphäre zurückgegeben wird.

Die Unterschiede in den Differenzen zwischen der Sickerwasser- und der Niederschlagsmenge sind bedingt durch die physikalische Beschaffenheit des Bodens, durch die Vertheilung der Niederschläge, durch die Jahreszeit und durch die Bodenbedeckung.

Ersteren Punkt anlangend, haben die Versuche ergeben, daß die unterirdische Wasserabfuhr um so ergiebiger ist, je geringer das Verdunstungsvermögen und die Wasserkapazität, je größer die Permeabilität des Bodens für Wasser, und umgekehrt. Aus diesen Gründen ist bei gleicher Niederschlagshöhe die Absickerung in dem Maße gefördert, als der Durchmesser der Bodentheilchen, die Zahl der nicht kapillaren Hohlräume zu-, und die Menge der thonigen und humosen Bestandtheile abnimmt.

Was speziell das Verhältniß der Sickerwasser- zu den Niederschlagsmengen in verschiedenen Böden, welche die Hauptbodengemengtheile repräsentiren, sowie in den Gemischen derselben betrifft, so stellten sich diese Verhältnisse wie folgt:

---

[1]) *O. Volger.* Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. XXI. 1877 und diese Zeitschrift. Bd. II. 1879. S. 51.

A. F. P. Nowak. Vom Ursprung der Quellen. Prag. 1879. Carl Bellmann's Verlag.



Versuchsreihe II.

Versuch I.

	Sickerwassermengen in Proz. des Regens.		
	Sand	Lehm	Torf
A. 1/V—31/X. 1875	**64,9**	**32,8**	**44,2**
B. 18/IV—31/X. 1876	**71,3**	**41,2**	**40,2**
Mittel:	**68,1**	**37,0**	**42,2.**

Versuch II.

Summe von A. 1/V—30/IX. 1882. C. 1/IV—30/IX. 1884.	
Lehm	**26,5**
3/4 Lehm, 1/4 Sand . . .	**34,2**
1/2 „ 1/2 „ . . .	**36,4**
1/4 „ 3/4 „ . . .	**39,1**
Sand	**67,2**
3/4 Sand, 1/4 Torf	**70,6**
1/2 „ 1/2 „	**62,4**
1/4 „ 3/4 „	**53,5**
Torf	**44,9**
3/4 Torf, 1/4 Lehm . . .	**41,1**
1/2 „ 1/2 „ . . .	**37,4**
1/4 „ 3/4 „ . . .	**37,0.**

Versuchsreihe III.

	Mächtigkeit der Schicht	Sand	Lehm	Torf.
10/IV. 1878 bis 30/XI. 1880	30 cm	**62,0**	**32,6**	**28,0**
	60 „	**66,4**	**42,1**	**48,3.**

Im Durchschnitt berechnet sich für die drei Hauptbodengemengtheile die Sickerwassermenge in Proz. der Niederschläge für

	Sand	Lehm	Torf
auf	**65,9**	**34,5**	**40,8.**

Neben der physikalischen Beschaffenheit des Bodens übt die Vertheilung der Niederschläge einen ausgesprochenen Einfluß auf die Größe der unterirdischen Wasserabfuhr aus.

Im **vegetationslosen** Boden sieht man deutlich, daß die Sickerwasser- mit den Niederschlagsmengen steigen und fallen, daß aber das Verhältniß jener zu diesen in den Jahreszeiten ein verschiedenes ist. Vor Allem sind offenbar hier zunächst die **absoluten** Werthe in Betracht zu ziehen, weil diese allein für die Größe des Wasser- und Nährstoffverlustes, sowie für die Höhe des Grundwasserstandes maßgebend sind. Bei Zu-

sammenziehung der von dem Referenten gewonnenen diesbezüglichen Resultate nach Jahreszeiten[1]) lassen sich die obwaltenden Gesetzmäßigkeiten leicht erkennen.

Jahreszeit.	Regenmenge. ccm	Sickerwassermengen pro 1000 qcm Fläche in ccm.											
		Sand.				Lehm.				Torf.			
		30 cm	60 cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60. cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.
Sommer 1878	38535	24756	24358	23317	23656	10121	9507	8090	8233	13134	17156	16549	16077
Herbst „	16865	9833	11814	14054	12860	5819	5971	6528	7579	4954	9571	9783	11507
Winter 1878/79	13970	7397	9175	7332	1095	7214	8772	6546	780	4462	2528	410	661
Frühjahr 1879	21638	14669	17874	18305	23544	7378	11430	11151	19686	6571	15686	18078	19634
Sommer „	36217	20483	22140	22239	22707	7160	12722	12796	13285	4948	17662	17519	17829
Herbst „	19350	10181	12148	10260	10853	4914	7520	6256	6675	2780	7820	7792	7568
Winter 1879/80	8750	4997	—	—	—	3424	—	—	—	1247	—	—	—
Frühjahr 1880	27405	17415	22417	24106	23325	9077	16616	20188	16516	6761	18528	20622	18893
Sommer „	44838	28682	30104	31503	32674	14330	20965	22738	24102	13200	23993	25566	28095
Herbst „	28450	20634	21042	20917	18309	15470	18802	17367	18141	15365	18292	19414	18789

Es dürfte, des Vergleichs wegen, zweckmäßig sein, hier die Resultate einiger unter gleichen äußeren Verhältnissen angestellten Versuche heranzuziehen. In Görlitz (siehe S. 5 oben) war die Vertheilung der atmosphärischen und Abflußwässer folgende:

	Regen Zoll.	Sickerwassermengen (Zoll).		
		Thonboden	Lehmboden	Sandiger Lehmboden.
Sommer 1853	10,14	1,94	2,50	1,55
Herbst „	5,77	2,72	2,61	2,69
Winter „	2,43	0,07	0,39	1,26
Frühling 1854	5,07	0,83	2,36	2,22
Sommer „	12,10	1,70	5,68	4,84
Herbst „	4,26	0,21	0,48	0,19
Winter „	8,27	1,56	2,51	1,13
Frühling 1855	6,46	3,52	4,01	2,66
Sommer „	10,59	4,26	7,55	6,52
Herbst „	3,15	1,53	1,73	1,84
Winter „	4,22	0,00	0,00	0,00
Frühling 1856	4,02	1,28	2,40	3,00
Sommer „	11,08	4,96	4,29	5,69
Herbst „	3,73	0,00	0,00	0,00
Winter „	4,37	2,00	2,88	4,82.

[1]) Meteorologische Jahreszeiten.

Von den in England angestellten Versuchen sind besonders diejenigen von *Greaves* in Lee Bridge und von *Lawes*, *Gilbert* und *Warington* in Rothamsted lehrreich. Nach meteorologischen Jahreszeiten berechnen sich die ermittelten Werthe wie folgt:

Lee Bridge[1])

	Regen Zoll.	Sickerwasser Zoll.
Frühling . .	5,420	4,378
Sommer . .	6,311	4,567
Herbst . . .	7,098	6,102
Winter . .	6,788	6,431.

Rothamsted[2])

	Regen Zoll.	Sickerwassermengen (Zoll) in 20 Zoll	40 Zoll Tiefe.	60 Zoll
Frühling . .	6,217	1,772	2,097	1,870
Sommer . .	8,620	2,081	2,116	1,899
Herbst . . .	9,379	5,022	4,967	4,340
Winter . . .	7,235	5,165	5,736	5,132.

Aus den mitgetheilten Zahlen läßt sich in übereinstimmender Weise ersehen, daß im **nackten** Boden die Sickerwasser- mit den Regenmengen steigen und fallen und demgemäß der Vertheilung der Niederschläge angepaßt sind. In Klimaten mit Sommerregen (München, Görlitz) findet die stärkste Wasserabfuhr im Sommer, in solchen mit Herbstregen (Lee Bridge, Rothamsted) im Herbst statt. Hiernach läßt sich die Absickerung in Klimaten mit einer anderen Vertheilung der Niederschläge ohne Weiteres bemessen.

Im Uebrigen ist für den unterirdischen Wasserabfluß besonders die Temperatur der kälteren Jahreszeit maßgebend. In Klimaten mit milden Wintern (England) findet eine ergiebige Absickerung des Wassers im Winter, die geringste im Frühjahr statt, während in Klimaten mit strengen Wintern (Deutschland) die unterirdische Wasserzufuhr im Winter eine spärliche, im Frühjahr dagegen eine beträchtliche ist. Diese Unterschiede er-

[1]) Im Durchschnitt von 14 Jahren (1860—1873).
[2]) Im Durchschnitt von 10 Jahren (1870—1880).

klären sich in einfacher Weise aus der Thatsache, daß im ersteren Fall während des Winters der Boden seltener gefriert und die Schneefälle spärlich sind, im letzteren Fall dagegen der Boden in dieser Jahreszeit meist gefriert, dadurch undurchlassend wird, erst im Frühjahr aufthaut und die aus dem Schnee abschmelzenden Wassermassen abführt.

Das **relative** Verhältniß der Sickerwasser- zu den Niederschlagsmengen ist, wie schon aus oberflächlicher Betrachtung der mitgetheilten Zahlen hervorgeht, ein anderes als jenes, welches hinsichtlich der **absoluten** Werthe in der geschilderten Weise obwaltet. Dasselbe bietet insofern ein Interesse, als bei näherem Eingehen auf dasselbe besonders die Wirkungen der Temperatur auf die Verdunstung hervortreten. Berechnet man die Sickerwassermengen in Prozenten des Regenfalls, so stellen sich die Verhältnisse in den Versuchen des Referenten wie folgt:

Jahreszeit.	Sickerwassermengen in Prozenten des Regenfalls.											
	Sand.				Lehm.				Torf.			
	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm.	90 cm.	120cm.	30 cm.	60 cm	90 cm.	120cm
Sommer 1878	64	63	61	61	26	25	21	21	34	44	43	42
Herbst „	58	70	83	77	34	35	38	45	29	57	58	68
Winter 1878/79	53	66	53	8	52	63	47	6	32	18	3	5
Frühjahr 1879	68	83	84	109	34	53	52	91	30	73	84	91
Sommer „	56	61	61	62	19	35	35	37	14	48	48	49
Herbst „	53	63	54	56	25	39	32	34	14	40	40	39
Winter 1879/80	57	—	—	—	39	—	—	—	14	—	—	—
Frühjahr 1880	64	82	88	85	33	66	74	60	25	68	75	69
Sommer „	64	67	70	73	32	47	51	54	29	53	57	63
Herbst „	72	74	73	64	54	66	61	64	53	64	68	66

In Görlitz wurden folgende Resultate im vierjährigen Durchschnitt erhalten:

1853—1856	Sickerwassermengen in Prozenten des Regenfalls.		
	Thon	Lehm	Sandiger Lehm.
Frühling . .	36,1	52,4	49,7
Sommer . . .	29,3	45,6	42,4
Herbst . . .	26,5	28,6	27,9
Winter . . .	19,0	29,9	37,7.

Die Versuche in England führten zu folgenden Ergebnissen:

Lee Bridge.

	Sickerwassermengen in Prozenten des Regenfalls.			
	Frühling	Sommer	Herbst	Winter.
1860—1873	80,8	72,3	85,9	94,7.

Rothamsted.

	Sickerwassermengen in Prozenten des Regenfalls.			
	Frühling	Sommer	Herbst	Winter.
1870—1880.				
In 20 Zoll Tiefe	28,5	24,1	53,5	71,4
„ 40 „ „	33,7	24,5	52,9	79,3
„ 60 „ „	30,1	22,0	46,2	70,9.

Die angeführten Zahlen sprechen deutlich für die Thatsache, daß von den Niederschlägen **relativ** um so größere Wassermengen unterirdisch abgeführt werden, je kälter die Jahreszeit ist. Im Sommer ist ausnahmslos die Differenz zwischen der Zufuhr und Abfuhr verhältnißmäßig am größten, im Winter (England) und Frühling (Deutschland) ist dieselbe am kleinsten. Die Ursache der betreffenden Erscheinungen ist in dem Umstande begründet, daß während der wärmeren Jahreszeit ein größerer Theil des Niederschlages verdunstet wird und in Folge dessen für die Absickerung verloren geht, als während der kälteren Perioden.

Zur Vermeidung von Irrthümern möge im Anschluß an diese Ausführungen nochmals besonders darauf hingewiesen werden, daß für die Beurtheilung der die Wasserführung im Erdreich betreffenden Fragen fast ausschließlich die für die Absickerung gefundenen positiven Werthe in Betracht zu ziehen, während die relativen in dieser Richtung von untergeordneter Bedeutung sind.

Während in dem Bisherigen das Verhalten des nackten Bodens zum Wasser in das Auge gefaßt wurde, erübrigt es noch am Schluß, den Einfluß zu charakterisiren, den eine vegetirende Pflanzendecke auf die Absickerung in verschiedenen Jahreszeiten auszuüben vermag. Wie nachgewiesen, verdunsten die in vollem Wachsthum sich befindenden Pflanzen so enorme Mengen von Wasser, daß die Sickerwassermengen während der Vegetationsperiode auf ein Minimum herabgedrückt werden. Hierdurch erfährt die unterirdische Wasserabfuhr während der wärmeren Jahreszeit eine ganz wesentliche Abänderung und gestaltet sich dieselbe in einer von derjenigen des nackten Bodens wesentlich verschiedenen Weise. Während der wärmeren Jahreszeit nimmt die Sickerwassermenge im bebauten Lande in einem solchen Grade ab, daß der Einfluß der Niederschläge in Gebieten mit Sommerregen, wie solcher sich im nackten Boden

zeigt, vollständig verwischt wird. Es geht dies sowohl aus den S. 58 mitgetheilten Versuchsergebnissen, wie aus denjenigen anderer Forscher zur Genüge hervor, wie z. B. folgende Zahlen darthun:

	Grasboden.			
	Manchester.		Abbotshill.	
	Regen. Zoll.	Sickerwasser. Zoll.	Regen. Zoll.	Sickerwasser. Zoll.
Frühling . .	6,59	1,95	4,79	1,45
Sommer . .	9,88	0,52	6,73	0,11
Herbst . .	8,84	1,38	9,03	4,88
Winter . .	7,24	4,31	5,39	4,52.

	Lee Bridge.		
	Regen. Zoll.	Sand, nackt. Zoll.	Lehmiger Sand. Gras. Zoll.
Frühling . . .	5,420	4,378	1,259
Sommer . . .	6,311	4,567	0,282
Herbst	7,098	6,102	1,419
Winter	6,788	6,431	4,622.

Es geht hieraus, im Zusammenhalt mit den S. 58 aufgeführten Versuchsresultaten, hervor, daß die Sickerwassermengen im bebauten Boden während des Sommers und Herbstes nicht, wie im unbebauten Lande, mit den Niederschlägen steigen und fallen, sondern in Folge der bedeutenden Verdunstung seitens der Pflanzen in außergewöhnlicher Weise herabgedrückt werden. **Aus diesem Grunde fällt auf allen mit einer lebenden Pflanzendecke versehenen Ländereien, gleichviel wie die Niederschläge vertheilt sind, die Periode der stärksten unterirdischen Wasserabfuhr in die kältere, vegetationslose Jahreszeit, je nach den herrschenden Wärmeverhältnissen in den Winter oder in das Frühjahr.**

Das Maß des Einflusses der Pflanzendecke in bezeichneter Richtung ist verschieden und richtet sich nach der Vegetationsdauer der Gewächse und deren Standdichte[1]). Perennirende, dichtstehende Futterpflanzen, wie Gras, Klee, Luzerne u. s. w., welche sich vom Frühjahr bis späten Herbst im vegetativen Zustande befinden, tragen während dieser Zeit am meisten zur Verminderung der Sickerwassermengen in der angegebenen Weise bei. Je kürzer die Vegetationszeit, und je weniger dicht der Pflanzenstand

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. IV. 1881. S. 85.

ist, um so mehr ist die betreffende Wirkung beeinträchtigt. Bei solchen Pflanzen erstreckt sich der geschilderte Einfluß auf die Wasserzufuhr indessen häufig noch auf die nach deren Aberntung folgende Periode, besonders wenn die vorhergehende sehr trocken war, weil ein mehr oder weniger großer Theil der Niederschläge zur Wiederanfeuchtung des stark ausgetrockneten Bodens verbraucht wird.

Der mit einer Decke lebloser Materialien versehene Boden verhält sich dem nackten analog, nur mit dem Unterschiede, daß die Sickerwassermengen ergiebiger sind als in diesem, und die Wasserabfuhr im Frühjahr wegen vergleichsweise späteren Aufthauens des Erdreichs im Frühjahr verzögert wird.

Bei Zusammenfassung sämmtlicher Versuchsergebnisse ergeben sich folgende Sätze:

1) **Die Sickerwasser im Boden stammen aus den atmosphärischen Niederschlägen.**
2) **Die unterirdisch zur Abfuhr gelangenden Wassermengen sind an Oertlichkeiten, in welchen kein seitlicher Zufluß stattfindet, stets geringer als die Niederschlagsmengen.**
3) **Die Differenz zwischen der Sickerwasser- und der Niederschlagsmenge ist hauptsächlich durch die Verdunstung bedingt und entspricht in der Mehrzahl der Fälle der an die Atmosphäre abgegebenen Wassermenge.**
4) **Im vegetationslosen Boden steigen und fallen die Sickerwasser- mit den Niederschlagsmengen, aber in einem verschiedenen Verhältniß. Letzteres ist abhängig von der physikalischen Beschaffenheit des Bodens und dessen Oberfläche, sowie von der Vertheilung der Niederschläge und der Jahreszeit.**
5) **Je größer das Verdunstungsvermögen und die Wasserkapazität, je geringer die Permeabilität des Bodens ist, um so kleiner sind, unter sonst gleichen Umständen, die jeweils in demselben auftretenden Sickerwassermengen und umgekehrt.**
6) **Aus diesen Gründen ist die Absickerung des Wassers in die Tiefe in dem Maße vermindert, als der Gehalt des Erdreiches an feinkörnigen, thon- und humusreichen Bestandtheilen zu-, an größeren, sogen. nicht kapillaren Hohlräumen abnimmt, und vice versa. Bei hellgefärbter und gelockerter, sowie gewölbter Oberfläche ist sie größer als bei dunkelgefärbter und nicht gelockerter sowie ebener Oberfläche.**
7) **Die Bedeckung des Bodens mit leblosen Materialien (abgestorbenen Pflanzen und Pflanzentheilen, Steinen, grobkörnigen Erdarten) hat eine beträchtliche Vermehrung, die Bedeckung mit vegetirenden**

Pflanzen[1]) dagegen eine ganz außerordentliche Verminderung der Sickerwassermengen zur Folge.

8) **Der Einfluß der Vertheilung der Niederschläge auf die absolute Menge des unterirdisch abgeführten Wassers macht sich im vegetationslosen Erdreich in der durch Satz 4 charakterisirten Weise geltend. Daher treten die größten Wassermengen in der Tiefe des Bodens gemeinhin in jenen Jahreszeiten auf, in welchen die Niederschläge am ergiebigsten sind. Eine Ausnahme hiervon machen jene Gegenden, in welchen im Winter der Boden gefriert und dadurch undurchlässig wird. Unter solchen Umständen verschiebt sich meist die Abfuhr der Niederschläge in der kälteren Jahreszeit auf das Frühjahr.**

9) **In Bezug auf das relative Verhältniß der Sickerwasser- zu den Niederschlagsmengen gilt im Allgemeinen das Gesetz, daß von dem zugeführten Wasser verhältnißmäßig um so größere Mengen unterirdisch abgeführt werden, je kälter die Jahreszeit ist.**

10) **In dem mit lebenden Pflanzen bestandenen Boden folgen die Sickerwasser während der Vegetationszeit nicht dem Gange der Niederschläge, sondern werden in Folge der bedeutenden Verdunstung seitens der Pflanzen in ungewöhnlicher Weise vermindert. Aus diesem Grunde fällt auf allen bebauten Ländereien, gleichviel wie die Niederschläge vertheilt sind, die Periode der stärksten Wasserabfuhr in die kältere vegetationslose Jahreszeit, je nach den herrschenden Wärmeverhältnissen in den Winter oder in das Frühjahr.**

---

[1]) Dasselbe gilt auch von der Bedeckung des Bodens mit einer Erdart, welche das Wasser stark zurückhält.



Neue Litteratur.

E. S. Goff. **Eine Studie über die Bewegungen des Bodenwassers.** Report of the Horticulturist to the New York Agricultural Experiment Station. Geneva. N. Y. for 1887.

1. Der Einfluß des Luftdrucks auf die Absickerung des Wassers im Boden. Bei einem im Jahre 1885 ausgeführten Versuch, welcher Aufschluß darüber geben sollte, welchen Einfluß das Lockern der Bodenoberfläche auf die Drainage habe, wurde beobachtet, daß an manchen Tagen der Wasserabfluß viel größer als an anderen war, und beim Vergleich mit den Luftdruckschwankungen ließ sich eine Beziehung zwischen diesen und der abfließenden Wassermenge erkennen. Eine stärkere Drainage schien einen Fall des Barometers zu begleiten und umgekehrt.

Versuche im Kleinen mit Lehmboden unter Anwendung einer Luftpumpe führten zu dem Schlusse, daß der Boden leichter vom Wasser durchsickert wird, wenn ein vorhandener Luftdruck in einen niedrigeren übergeht, indem die Kapillarkraft des Bodens verringert wird, weil einerseits die Luft in den Kapillarräumen, andererseits die Luft, womit das Wasser selbst gesättigt ist, sich auszudehnen strebt.

Im Großen wurden in einer etwa 10 ha umfassenden Drainage ebenfalls Versuche angestellt, indem die an verschiedenen Tagen abfließenden Wassermengen, allerdings vergleichsweise, gemessen wurden. Zweimal täglich wurden die letzteren, sowie der herrschende Barometerstand verzeichnet und die beiden Beobachtungsreihen entsprechenden Kurven aufgezeichnet.

Da die Menge der Drainwasser nicht ausschließlich vom Luftdruck abhängt, fallen die Schwankungen jener nicht genau mit den Schwankungen dieses zusammen; überhaupt wird die Menge des abfließenden Wassers von so vielen Umständen bedingt, daß sich sogar schwierig sagen läßt, wenn wirklich eine Zu- und Abnahme derselben vorliegt. Immerhin betrachtet Verf. seine Versuche als Beweis dafür, daß ein Zusammenhang zwischen Luftdruck und der Bewegung des Wassers im Boden besteht.

2. Experimente über die kapillare Leitung des Wassers im Boden. Die Höhe, bis zu welcher das Wasser kapillar gehoben wird, wurde in der gewöhnlichen Weise bei verschiedenen Böden im lufttrockenen Zustande bestimmt. Letztere waren durch ein Sieb von 0,25 mm Maschenweite gesiebt worden. Das Steigen des Wassers fand in folgender Weise statt:

	Gartenerde. Zoll.[1]	Sand. Zoll.	Lehm. Zoll.
5. Mai	2,38	3,25	2,13
12. „	17,75	7,75	7,50
19. „	23,25	9,00	21,00
26. „	26,50	10,00	23,75
2. Juni	28,63	10,50	25,13
7. Juli	36,63	16,25	30,00
4. August	40,75	18,00	33,00
1. Septbr.	43,63	18,88	34,00 (18. Aug.)
6. Oktober	46,00	19,75	—
17. November . . .	48,00	20,25	—

Während in der Gartenerde und dem Sande nach Unterbrechung der Versuche die Wasserbewegung fortdauerte, hörte dieselbe im Thon bereits am 18. Aug. auf. Man sieht sehr deutlich, daß das Wasser um so höher kapillar gehoben wird, je feinkörniger der Boden ist, sowie daß die Bewegung des Wassers anfangs am beträchtlichsten ist und dann immer mehr abnimmt.

Um festzustellen, inwieweit im Wasser enthaltene lösliche Substanzen einen Einfluß auf die kapillare Leitung ausüben, wurden Kapillarröhren von 80—90 mikro mm. Durchmesser theils in dest. Wasser, theils in Flüssigkeiten getaucht, welche durch Behandlung von Dünger und Erde mit Wasser hergestellt waren. Die Unterschiede in der kapillaren Hebung des Wassers waren so gering, daß sich keine Gesetzmäßigkeiten erkennen ließen. Dagegen ergab sich bei Versuchen, die mit Filtraten aus Holzasche und mit Lösungen von Kali- und Ammoniumsulphat, Natriumnitrat, Kalkphosphat u. s. w. angestellt wurden, daß die kapillare Steighöhe durch derartige Flüssigkeiten im Verhältniß zu deren Konzentration herabgedrückt wurde.

Das kapillare Eindringen des Wassers in den Boden wurde in Glasröhren gemessen, welche an einem Ende umgebogen waren, und nach der Füllung mit den verschiedenen Erdarten eine horizontale Lage erhielten, wobei das umgebogene Ende in ein Gefäß mit Wasser von konstantem Niveau getaucht wurde. Bei dieser Anordnung waren die Wirkungen der Schwerkraft eliminirt, welche bei vertikaler Stellung der Röhren sich geltend machen.

Das kapillare Eindringen des Wassers in den Boden erfolgte um so besser, je größer die Bodenporen waren. In dem Sande war es in zwei Tagen um 60 Zoll vorgedrungen. Bei dem Lehm und dem Gartenboden stellten sich die Verhältnisse wie folgt.

	13. Dez.	27. Dez.	10. Jan.	31. Jan.
Lehm . .	16,88 Zoll	28,13 Zoll	34,5 Zoll	40,75 Zoll,
Gartenerde	12,13 „	26,13 „	35,8 „	47,75 „ .

Den Umstand, daß das Wasser schließlich weiter in der Gartenerde vordrang als in dem Lehm, obwohl erstere feinporiger war als dieser, führt Verf. darauf zurück, daß letztere Bodenart bei der Durchfeuchtung sich fest zusammenlagert und dadurch der Wasserbewegung erhebliche Widerstände entgegenstellt.

---

[1]) 1 Zoll engl. = 2,54 cm.

Die nach demselben Verfahren angestellten Versuche mit reinem Wasser und solchem, in welchem Salze in verschiedenen Mengen aufgelöst waren, zeigten, daß bei geringen Konzentrationen der Lösungen das Eindringen des Wassers in den Boden beschleunigt, bei Anwendung konzentrirter Lösungen verzögert wird.

3. Die Bestimmung der Bodenfeuchtigkeit. Für die Messungen der Bodenfeuchtigkeit hat Verf. ein Instrument konstruirt (Bodenhygrometer), mittelst dessen die Bodenfeuchtigkeit indirekt, in der Weise bestimmt werden soll, daß die von einem aus Terracotta gefertigten, im gesättigten Zustande erhaltenen und in die zu untersuchende Erde eingegrabenen Zylinder abgegebenen Wassermengen gemessen werden. Verf. geht hierbei von der Ansicht aus, daß letztere in einem umgekehrten Verhältniß zum Wassergehalt des Bodens ständen.

Das Instrument besteht aus einem flachen, zylindrischen Gefäß *F*, in welches eine lange und eine kurze vertikal gestellte Röhre münden. Erstere ist in ihrem oberen Theil mit einer graduirten Röhre versehen, ober- und unterhalb welcher sich ein Hahn befindet. Der untere Theil der Röhre *E* ist mit einer engen Röhre *G* versehen, durch welche die Atmosphäre mit dem Inneren des Apparates kommunizirt. Die kurze Röhre trägt oben den Zylinder von Terracotta *C*, der mittelst der kleinen Stange *B* und der Stellschraube *D* höher oder niedriger gestellt werden kann. Letztere Vorrichtung giebt die Möglichkeit, die Oberfläche des Terracotta-Zylinders nach einem zu vereinbarenden Maß reguliren zu können.

Fig. 1.

Bei dem Gebrauch wird das Instrument mit Wasser gefüllt und wenn der Terracotta-Zylinder durchfeuchtet ist, in die zu untersuchende Bodenart eingesetzt, derart daß jener von letzterer bedeckt ist. Der stets feucht erhaltene Zylinder giebt an die Erde Wasser ab in einer Menge, welche, nach des Verf. Meinung, umgekehrt proportional der Bodenfeuchtigkeit sein soll. Die abgegebene Wassermenge wird in dem graduirten Theil der Röhre *A* gemessen.

(Anmerkung des Referenten. Auch ohne Anstellung von Versuchen wird man behaupten dürfen, daß der beschriebene Apparat schwerlich den beabsichtigten Zweck erreichen lassen wird, einerseits weil er nur für die oberen Schichten des Erdreiches, deren Feuchtigkeitsgehalt gewöhnlich kein Interesse bietet, und nicht für tiefere Schichten verwendet werden kann, andererseits weil die Abgabe des Wassers seitens des Terracotta-Zylinders an den Boden nicht nur von dem Feuchtigkeitsgehalt des letzteren, sondern sehr wahrscheinlich in hervorragender Weise von den kapillaren Vorgängen, welche bei sonst gleichem Wassergehalt in den verschiedenen Böden sehr verschieden sein können, beherrscht wird. In Bezug auf letzteren Punkt ist besonders die Thatsache zu berücksichtigen, daß der Uebergang des Wassers von dem feinporigen Zylinder in den Boden um so mehr erschwert ist, je grobkörniger derselbe ist.)

4. Ein neues Lysimeter. In Ansehung des Umstandes, daß der Boden in den gewöhnlich in Anwendung gebrachten Lysimetern sich häufig unter anderen Verhältnissen befindet als der außerhalb derselben gelegene, besonders bei Trockenheit, wo in ersterem Fall das Grundwasser fehlt, während unter natürlichen Ver-

hältnissen solches vorhanden ist, hat sich Verf. veranlaßt gesehen, eine Abänderung in der Konstruktion dieser Apparate vorzunehmen, durch welche der Boden in denselben mehr als bisher unter normale Bedingungen gebracht wird.

Bei diesem neuen Lysimeter befindet sich an der tiefsten Stelle statt des Ablauftrichters ein ebener Boden, in dessen Mitte ein doppelt gebogenes Rohr (Fig. 2. *A*) eingefügt ist. Der eine längere Schenkel desselben, welcher vertikal steht, befindet sich in dem Raum, in welchem das Drainwasser aufgefangen wird, und ist oben mit einem Trichter *(B)* versehen.

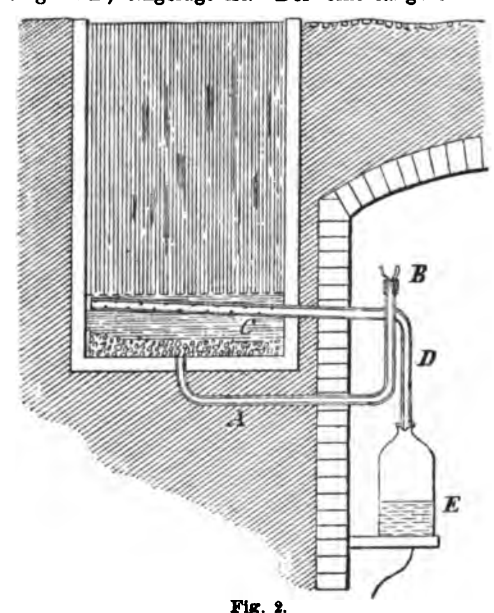


Fig. 2.

Der Boden des Lysimeters ist mit grobem Kies bedeckt, auf welchem eine Schichte reinen Sandes auflagert. Der übrige Raum ist mit der Erdart gefüllt, deren Durchsickerungsfähigkeit geprüft werden soll. An der Grenze zwischen dem Sande und dem Versuchsboden liegt eine Drainröhre *(C D)*, welche innerhalb des Apparates durchlöchert und mit kleinem Gefälle geführt ist. Dieselbe mündet mit ihrem abwärts gebogenen Ende in das Auffanggefäß *(E)*.

Tritt trockene Witterunge in, so wird durch den Trichter *B* Wasser nachgefüllt, welches dann bei der Bestimmung der Drainwasser- und Verdunstungsmengen in Anrechnung gebracht wird.

5. Die Höhe des Wasserstandes in Brunnen. In einem verlassenen, vierzig Fuß tiefen Brunnen, welcher auf einer Anhöhe gelegen war, wurden Messungen über die Höhe des Wasserstandes vorgenommen, indem die Entfernung des Wasserspiegels von dem Brunnenrande festgestellt wurde. Die betreffenden Daten für den ersten Tag jeden Monats, sammt den Regenmengen des vorhergehenden Monats, sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Datum.	Entfernung des Wasserspiegels vom Brunnenrande. Zoll.	Regenfall des vorhergehenden Monats. Zoll.
Dezember 1886	158,0	3,48
Januar 1887	76,0	1,24
Februar „	68,0	0,18
März „	58,3	2,97
April „	60,8	0,48
Mai „	50,3	1,37
Juni „	82,0	0,46

Datum.		Entfernung des Wasserspiegels vom Brunnenrande.	Regenfall des vorhergehenden Monats.
		Zoll.	Zoll.
Juli	1887	98,0	2,01
August	„	125,8	6,37
September	„	135,0	3,03
Oktober	„	160,5	0,75
November	„	184,5	1,74.

Das Wasser stieg hiernach vom Dezember bis zum Mai und fiel von da ab im Sommer und Herbst stetig, trotzdem die Niederschläge in letzterer Jahreszeit gerade sehr ergiebig waren. Die Ursache dieser Erscheinung ist in der Thatsache zu finden, daß während der wärmeren Jahreszeit sehr bedeutende Mengen von Wasser verdunstet werden, während in der kälteren Periode in Folge verminderter Verdunstung der größte Theil des Niederschlagswassers dem Boden zu Gute kommt. *E. W.*

***T. B. Osborne.* Die Methoden der mechanischen Bodenanalyse.** Annual Report of the Connecticut Agricultural Experiment Station for 1887. New Haven. 1888. p. 144.

Im Anschluß an seine früheren Untersuchungen[1]) macht Verf. in vorliegender Arbeit Mittheilungen über die Ergebnisse verschiedener Versuche, in welchen vornehmlich die Methoden der mechanischen Bodenanalyse von *Schöne* und *Schlösing* im Vergleich zu der seinigen und derjenigen *Hilgard*'s einer Prüfung unterzogen wurden.

Verf. wandte die von *Orth* abgeänderte *Schöne*'sche Methode[2]) an, mittelst welcher er zunächst Analysen mit ungekochtem, aber gesiebtem Boden ausführte. Ein Garten- und ein Prairieboden zeigten folgende mechanische Zusammensetzung:

	Gartenerde. Methode von		Prairieboden. Methode von		Ziegellehm. Methode von	
	Schöne-Orth.	*Osborne.*	*Schöne-Orth.*	*Osborne.*	*Schöne-Orth.*	*Osborne.*
Ueber 0,25 mm	48,82	48,82	0,76	0,62	1,02	1,02
0,25—0,05 „	27,36	22,37	11,25	2,42	3,91	0,76
0,05—0,01 „	8,63	13,70	52,65	43,58	29,63	20,95
0,01—0,00 „	7,36	7,20	14,84	31,58	58,58	71,01
Thon	1,00	1,08	4,44	5,81	—	—
Glühverlust . . .	6,83	6,83	14,49	14,49	6,60	6,60
	100,00	100,00	98,43	98,50	99,74	100,34.

Man sieht deutlich, daß die *Schöne-Orth*'sche Methode mehr gröbere, aber weniger feine Produkte liefert als jene *Osborne*'s. Die Ursache hiervon beruht, nach *Hilgard*[3]), auf der Bildung von Aggregaten, welche in dem birnförmigen

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. X. 1888. S. 196.

[2]) *Schöne.* Zeitschrift f. analyt. Chemie. 1868. S. 29. — *M. Fesca.* Die agronom. Bodenuntersuchung und Kartirung. Berlin. 1879. S. 19. — *A. Orth.* Ueber mechan. und chem. Bodenanalyse. Ber. d. dtsch. chem. Ges. XV. S. 3026.

[3]) Diese Zeitschrift. Bd. II. 1879. S. 57 und 441. — Bd. VI. 1883. S. 52.

Schlämmgefäß *Schöne's* durch rückläufige Ströme veranlaßt wird, und bewirkt, daß diese Aggregate in die gröberen Schlämmprodukte übergehen.

An zweiter Stelle zog Verf. die im Laboratorium für Bodenkunde der geologischen Landesanstalt in Berlin in Anwendung gebrachte Methode *Schöne's*, bei welcher der Boden vor der Schlämmung gekocht wird, in Vergleich mit seiner Methode. Es stellte sich hierbei Folgendes heraus:

Gartenboden.

	Methode *Berlin-Schöne*.	Methode von *Osborne*.		
	45 Min. gekocht.	23 Stund. gekocht.	Gestampft, nicht gekocht.	Weder gestampft noch gekocht.
Ueber 0,25 mm	49,37	47,77	48,82	48,82
0,25—0,05 „	21,39	20,75	22,44	22,37
0,05—0,01 „	12,53	11,18	12,55	13,70
0,01—0,00 „ inkl. Thon	9,38	13,47	9,36	8,28
Glühverlust	6,83	6,83	6,83	6,83
	99,50	100,00	100,00	100,00.

Die Produkte nach der Methode *Berlin-Schöne* geben hiernach eine größere Uebereinstimmung mit der des Verf.; dieselbe ist aber eine mehr scheinbare, weil die beiden gröberen Produkte noch feinere Theile in sich einschließen. Das Kochen während eines kurzen Zeitraumes hat der Bodenprobe eine Zusammensetzung ertheilt, welche ganz verschieden ist von derjenigen der ungekochten (vergl. die obigen Analysen), hat dieselbe aber nicht in den Zustand übergeführt, welchen die Probe nach 23stündigem Kochen angenommen hat.

Bei gleicher Dauer des Kochens stellten sich folgende Verhältnisse heraus:

Gartenerde, 45 Min. gekocht.

	Methode *Berlin-Schöne*.	Methode von *Osborne*.
Ueber 0,25 mm	49,37	49,52
0,25—0,05 „	21,39	19,50
0,05—0,01 „	12,53	13,11
0,01—0,00 „	9,38	11,04
Glühverlust	6,83	6,83
	99,50	100,00.

Bei strengen Lehmböden zeigt sich die Unfähigkeit der *Berlin-Schöne*'schen Methode bezüglich einer scharfen Trennung der Bodenbestandtheile sehr deutlich, wie aus folgenden Zahlen ersichtlich ist:

Thoniger Lehm.

	Gekocht eine Stunde.		Nicht gekocht.	
	Methode *Berlin-Schöne*.	Methode von *Osborne*.	Methode von *Osborne*.	
Ueber 0,25 mm	22,39	20,26	20,92	19,91
0,25—0,05 „	26,72	18,96	17,96	18,41
0,05—0,01 „	21,75	23,70	25,26	26,94
0,01—0,00 „	21,45 (mit Thon)	23,32	23,05	22,00
Thon		5,10	3,55	4,75
Glühverlust .	7,99	7,99	7,99	7,99
	100,30	99,33	98,73	100,00.

Diese Zahlen lassen erkennen, daß die *Berlin-Schöne*'sche Methode unter gleichen Verhältnissen in den gröberen Schlämmprodukten einen höheren, in den feineren einen beträchtlich niedrigeren Betrag ergeben hat als jene *Osborne*'s.

Weiters führte Verf. mehrere Analysen mit Ziegellehm aus, welche folgendes Resultat lieferte:

Ziegellehm.

	Methode *Berlin-Schöne*.		Methode von *Osborne*.
	Nicht gekocht.	Gekocht.	
Ueber 0,25 mm . .	1,02	1,02	1,02
0,25—0,05 „ . .	3,91	4,58	0,76
0,05—0,01 „ . .	26,63	29,94	20,95
0,01—0,00 „ . . } Thon . . . . }	58,58	57,14	71,01
Glühverlust	6,60	6,60	6,60
	99,74	99,28	100,34.

Wiederum ist die Menge der feineren Bestandtheile bei der *Berlin-Schöne*'schen Methode eine bedeutend geringere, und zwar in Folge der mangelhaften Trennung der Bodenbestandtheile, wie dies folgende Zahlen, welche mittelst des Verfahrens des Verf. gewonnen wurden, ergeben:

Ziegellehm.

	Methode *Berlin-Schöne*.					Korrigirt.
	Ueber 0,25 mm	0,05—0,1 mm	0,1—0,0 mm	Glühverlust	Total	
Ueber 0,25 mm	1,02	—	—	—	—	1,02
0,25—0,05 „	0,68	—	—	—	—	0,68
0,05—0,01 „	2,07	20,83	—	—	—	22,90
0,01—0,00 „	0,89	6,13	57,14	—	—	64,16
Thon	0,94	2,98	—	—	—	3,92
Glühverlust .	—	—	—	6,60	—	6,60
	5,60	29,94	57,14	6,60	99,28	99,28.

Nach *Grandeau*[1]) hat die *Schlösing*'sche Methode vor allen anderen bedeutende Vortheile, insofern mittelst derselben besonders genau der Thon- und Sand-, sowie auch der Kalk- und Humusgehalt bestimmt werden kann. Verf. hat sich deshalb veranlaßt gesehen, auch diese Methode einer Prüfung zu unterziehen, und zwar genau nach den von ersterem Forscher gegebenen Vorschriften. Es wurden hierbei ein kalkhaltiger Ziegellehm und ein humusreicher Prairieboden benutzt.

Der nach der *Schlösing*'schen Methode gewonnene Sand und Thon wurden, nachdem dieselben gestampft und in Wasser suspendirt worden waren, einer wiederholten Schlämmung nach dem Dekantirverfahren unterworfen, um aus ersterem den Thon, aus letzterem den feinen Sand abzuscheiden. In der That zeigte sich bei Anwendung des Mikroskops, daß weder der Thon noch der Sand rein, d. h. frei von relativ gröberen, resp. feinsten Theilchen waren. Aus folgenden Tabellen wird dies ersichtlich.

---

[1]) *L. Grandeau.* Handbuch für agrikulturchemische Analysen. Berlin 1879. S. 105.

	Ziegellehm. *Schlösing*'s Methode.		Korrigirt.
Kalkkarbonat . . .	4,20		4,20
Sand	64,91	Sand . .	63,31
		Thon . .	1,60
Thon	22,65	Sand[1]) .	8,99
		Thon . .	13,66
Humus	0,00		0,00
Glühverlust	6,60		6,60
	98,36		98,36.

Diese Analyse ist zwar nicht vergleichbar mit den nach anderen Verfahren ausgeführten, indem die Trennung der Bodentheilchen nach *Schlösing* zum Theil auf chemischem Wege erfolgt; aber es ergiebt sich doch so viel, daß die Menge des Thones nach letzterer Methode, nach vorgenommener Korrektion, bedeutend höher ist (15,26%) als nach dem mechanischen Verfahren von *Schöne* (3,92%), wahrscheinlich weil durch die Behandlung des Bodens mit Salzsäure die Aggregate zerstört werden.

Die Analyse des Prairiebodens lieferte folgendes Resultat:

Prairieboden.

Schlösing's Methode.		*Osborne*'s Methode. *Schlösing*'s Sand.			Originalboden
Kalkkarbonat	0,88		Getrocknet bei 150° C.	Geglüht.	Geglüht.
Humus	1,57				
Wasserverlust bei 150° C.	4,42				
Sand	82,86	Ueber 0,25 mm	0,12	0,10	0,92
		0,25—0,05 „	3,58	3,55	2,89
		0,05—0,01 „	42,69	41,87	42,86
		0,01—0,00 „ 0,01-0,0	23,66	20,47	31,44
		0,01—0,00 „ Thon[2])	12,81	10,14	
Thon	7,86	. . . .			7,40[3])
Glühverlust		. . . .			14,49
	97,59				100,00.

Nach dem mechanischen Verfahren erscheint sonach ein Drittel des Produktes von 0,01—0,00 mm als „Thon" nach den bisherigen Bestimmungsverfahren. Es würde sich also um diesen Betrag die Menge des „Thones" erhöhen.

Die Trennung des Thones nach *Schlösing* erfolgt durch Absetzenlassen der im Wasser vertheilten feinerdigen Masse während 24 Stunden und Abheben der Flüssigkeit bis zur Klärung. Ein solches Verfahren setzt voraus, daß erstens der größte Theil des Sandes und zweitens nur wenig von dem Thon sich innerhalb der angegebenen Zeit niederschlägt. Beide Annahmen sind indessen trügerisch, wie verschiedene Versuche des Verf. dargethan haben. Es zeigte sich, daß alle Produkte, welche durch wiederholentliches Dekantiren eines durch 24stündiges

[1]) Unter 0,02 mm Durchmesser.
[2]) Gewonnen durch Absetzenlassen während 24 Stunden.
[3]) Berechnet aus der Differenz.

Absetzen gewonnenen „Thones" gewonnen wurden, bei der mikroskopischen Untersuchung Sandpartikel enthielten. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß die Beschaffenheit des eigentlichen Thones unter verschiedenen Bedingungen sehr verschieden ist, besonders in Bezug auf die Zeit, während welcher er sich in Suspension zu erhalten vermag. Thon, welcher gefroren und mit Alkohol behandelt worden, setzte sich, mit Wasser angerührt, sehr schnell ab und verlor zum größten Theil das Vermögen, sich längere Zeit in der Schwebe zu erhalten, selbst dann, wenn er sich mehrere Monate unter Wasser befunden hatte.

Ein einfaches Absetzen des im Wasser vertheilten Thones während 24 Stunden befreit zwar denselben von allen Sandtheilchen von über 0,005 mm Durchmesser, aber in vielen Fällen wird eine beträchtliche Menge feinen Sandes viele Stunden und Tage in Suspension erhalten. In gleicher Weise sind die während 24 Stunden gewonnenen Sedimente nicht frei von Thon, wie man sich leicht überzeugen kann.

Aus diesen Gründen können die vereinbarten Methoden, welche auf einem einfachen Dekantirungsprozeß beruhen, keine genauen Resultate liefern. Verf. meint, daß seine Methode[1]), obwohl sehr umständlich, die Trennung der Bodentheilchen am besten erreichen läßt.

In Bezug auf das Kochen weist Verf. darauf hin, daß durch diese Prozedur der Thon in Folge des hierdurch bedingten Verlustes eines Theiles seines Hydratwassers in seinen physikalischen Eigenschaften abgeändert werde, und beruft sich hierbei auf die diesbezüglichen Versuche verschiedener Forscher. Er selbst hat ein dahin gehendes Experiment ausgeführt, dessen Resultate in folgender Tabelle niedergelegt sind:

Ziegellehm.

	Methode von *Hilgard*. Nicht gestampft.		Methode von *Osborne*.	
	23 St. gekocht.	9 Tage gekocht.	$8^1/_2$ Tage gekocht.	Gestampft, nicht gekocht.
Ueber 0,25 mm	3,36	3,24	3,63	3,49
0,25—0,05 „	1,21	1,11	1,91	1,29
0,05—0,01 „	28,27	33,04	33,61	27,02
0,01—0,00 „	56,29	48,85	54,78	52,21
Thon	4,92	3,05	1,97	10,15
Glühverlust .	5,95	5,95	5,95	5,95
	100,00	95,24	101,85	100,11.

Hiernach war die Menge des „Thones" durch das Kochen in einem außerordentlichen Grade herabgedrückt worden. Bei der mikroskopischen Untersuchung wurden Körnchen in großer Zahl beobachtet, welche beim Aufdrücken des Deckglases in zahlreiche kleine Partikel zerfielen. Das beschleunigte Niederfallen der Körnchen in Folge des Kochens beruht auf dem Verlust des Hydratwassers durch die Wärme und auf der Extraktion der Salze aus dem Thon. Hat dieser eine körnige Beschaffenheit angenommen, so bereitet es beträchtliche Schwierigkeiten, ihn in den Zustand zurückzuführen, in welchem er sich längere Zeit im Wasser in der Schwebe zu erhalten vermag.

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. X. 1887. S. 196.



Verf. stellt das Endergebniß seiner Versuche in folgenden Sätzen zusammen:

1. Die Schlämmmethode *Schöne*, in der in Berlin angewandten Form, giebt befriedigend übereinstimmende Resultate bei Sandböden, welche wenig Thon oder feinere Bestandtheile unter 0,01 mm enthalten; aber bei feinkörnigen Böden, wie an Humus und Thon reichem Lehm, giebt sie Resultate, welche sehr ungenau sind, insofern der Fehler bei einzelnen Produkten 8—14% betragen kann.

2. In Bezug auf Schnelligkeit, Zeitdauer und Bequemlichkeit hat die *Schöne*'sche Methode keine Vortheile vor derjenigen des Verf.

3. *Schlösing*'s Methode macht, hinsichtlich ihrer mechanischen Seite, keine befriedigenden Trennungen, und die chemische Behandlung, welche dabei in Anwendung kommt, ist geeignet, die Textur des Bodens zu alteriren.

4. Die Bestimmung des „Thones“ mittelst einfachen Absetzens in Wasser von vereinbartem Volumen oder Tiefe, und bei vereinbarter Zeit, ist kein Prozeß, um zuverlässig eine scharfe Trennung der feinsten Quarztheilchen von dem wirklichen Thon herbeizuführen.

5. Das Kochen mit Wasser muß als eine vorbereitende Operation für die Schlämmanalyse verworfen werden, weil es nicht allein die gröberen Sedimente vermindert, sondern auch dem wahren Thon einen Theil des Hydratwassers entzieht und denselben koagulirt, und dadurch die Textur und die Partikel des Bodens verändert. *E. W.*

***R. Warington.* Beitrag zum Studium der Drainwässer.** The Journ. of the Chem. Society. 1887. Vol. LII. — Ann. agronomiques. 1887. T. XIII. No. 9. p. 417—428. — *Biedermann*'s Zentralbl. f. Agrikulturchemie. 1888. Heft III.

In Rothamsted sind während der letzten Jahrzehnte zahlreiche Untersuchungen[1]) über die Zusammensetzung der Regen- und Drainwässer gemacht worden. Auf der Versuchsstation zu Grignon hat man noch die Quellwässer mit in das Bereich der Untersuchung gezogen, um über die Verhältnisse, welche zwischen der Zusammensetzung der Regen-, Drain- und Quellwässer bestehen, Aufschluß zu bekommen.

Regenwasser. In einer früheren Mittheilung sind Mengen und Zusammensetzung der Regenwässer zu Rothamsted seit dem Jahre 1853 ausführlich mitgetheilt worden (a. a. O.). Hier sollen nur die mittleren Mengen von Chlor, Schwefelsäure und Ammoniak angegeben werden.

Chlor. Mittel aus neun Jahren (1877—1886).

	Regenhöhe. mm.	Chlor im cbm. Regenwasser (gr).	Chlor per ha. kg.
April—September	441	1,23	5,04
Oktober—März	412	2,85	11,03
Das ganze Jahr	853	2,04	16,07.

Nach diesen Zahlen ist die Menge des in dem Regenwasser enthaltenen Chlors im Winter zweimal so hoch als im Sommer. Im Juli wird das Minimum erreicht, es enthält dann der Kubikmeter nur 0,82 gr Chlor bei einer Regenhöhe

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. V. 1882. S. 112. 234. 410. — Bd. VII. 1884. S. 233.

von 72 mm, das macht 0,556 kg pro ha. Von da an steigt die Menge des Chlors ganz gleichmäßig.

Zu Cirencester sind während sechszehn aufeinander folgenden Jahren jedes Jahr sechs Monate hindurch im Regenwasser die Mengen an Chlor bestimmt. Dort hat man im Jahresmittel 3,25 gr per cbm gefunden bei einer Regenhöhe von 890 mm; das macht im Jahr 27,13 kg per ha. Auch hier enthielt der Regen im Winter mehr Chlor als im Sommer, aber die Unterschiede waren nicht so beträchtlich wie zu Rothamsted. Die Gesammtmenge des Chlors ist hier beträchtlich höher, was auf die Nähe des Meeres zurückzuführen ist.

Schwefelsäure und Ammoniak. Mittel aus fünf Jahren (1881—1886).

		Im cbm Regenwasser.		Pro Hektar.	
	Regenhöhe.	Schwefelsäure.	Ammoniak.	Schwefelsäure.	Ammoniak.
	mm	gr	gr	kg	kg
April—September	382	2,67	0,42	9,51	1,48
Oktober—März	433	2,39	0,29	9,62	1,18
Das ganze Jahr	815	2,53	0,35	19,13	2,66.

Nach diesen Zahlen bleibt die Menge der im Regenwasser zu Rothamsted enthaltenen Schwefelsäure im Winter und Sommer sich gleich, während im Ammoniakgehalt der Sommer den Winter übertrifft.

Salpetersäure und organischer Stickstoff. Untersuchungen von *Way* und *Frankland* haben ergeben, daß der Regen während des Jahres im Mittel 1,11 kg Salpeterstickstoff und ebensoviel organischen Stickstoff per ha liefert. Aus den Untersuchungen von *G. Gray*, ausgeführt zu Lincoln in Neu-Seeland im Jahre 1884 und 1885 geht hervor, daß die mittlere Zusammensetzung des Regenwassers in diesem Lande folgende per cbm (in gr) ist:

Chlor.	Schwefelsäure.	Ammoniak-stickstoff.	Salpeter-stickstoff.	Lösliche Stoffe.
7,74	2,01	0,12	0,14	23,06.

Die Regenhöhe war hier im Mittel 680 mm. Auch hier wurde der Chlorgehalt während der Wintermonate wie in England höher gefunden, obschon der Winter in Lincoln in dieselbe Zeit fällt wie der Sommer in England.

Drainwasser. Der größere Theil des Regens verdampft entweder an der Oberfläche des Bodens selbst oder durch die Pflanzen, welche denselben bedecken, ein anderer Theil durchsickert den Boden und bildet Drainwässer. Letzterer Antheil liefert ausschließlich auch die Quellwässer. Um sich eine genaue Vorstellung über die Zusammensetzung der letzteren zu geben, sind die Drainwässer, welche zwei verschiedenen Böden entstammen, untersucht worden. Der eine war nicht gedüngt und hatte keine Ernte getragen, der andere hatte nach einer starken Düngung eine Getreideernte geliefert.

Drainwasser von einem brachliegenden ungedüngten Boden. Auf den drei Parzellen, die diesen Versuchen dienten, sind die Mengen vollkommen gleich. Hier beschäftigen uns besonders die bei größter Tiefe von 1,60 m aufgefangenen Wässer, da diese sehr wohl die Zusammensetzung der Quellwässer repräsentiren.

Regenhöhe, Verdampfung und Drainwässer bei einer Tiefe von 1,60 m.

	Mittel aus 16 Jahren 1871—1886. Regenhöhe.	Mittel aus 16 Jahren 1871—1886. Drainwässer.	Regenhöhe aus 34 Jahren 1853—1885.	Verdampftes oder vom Boden zurückgehaltenes Wasser. Mittel aus 16 Jahren.	Drainwasser, welches wahrscheinlich durch den normalen Regen geliefert wird.
	mm	mm	mm	mm	mm
März—September	459	121	439	338	101
Oktober—Februar	378	254	333	120	213
Das ganze Jahr	837	375	772	458	314.

Nach diesen Zahlen ist die Menge der Drainwässer während der Wintermonate mehr als zweimal so hoch wie in den Sommermonaten. Im Monat August ist die Regenhöhe 67 mm, im Dezember 68 mm, dagegen beträgt die Verdampfung im August 53 mm, während sie im Dezember 16 mm erreicht.

Die Parzellen waren im Jahre 1870 drainirt worden und 1877 wurden die ersten Bestimmungen bezüglich der Zusammensetzung der Drainwässer ausgeführt.

Im Mittel aus neun Jahren (Juni 1877 bis Mai 1886) wurde gefunden in einer Tiefe von 0,5 und 1,5 m:

	Regenmenge.	Drainwassermenge.		Chlor				Salpeterstickstoff			
				in cbm Wasser.		per ha		in cbm Wasser.		per ha	
		0,5 m	1,5 m	0,5 m	1,5 m	0,5 m	1,5 m	0,5 m	1,5 m	0,5 m	1,5 m
	mm	mm	mm	gr	gr	kg	kg	gr	gr	kg	kg
März — Juni	244	81	84	3,9	3,8	2,974	2,963	8,3	9,4	6,249	7,381
Juli — September	235	78	69	3,8	3,8	2,741	2,464	16,5	13,6	12,065	8,724
Oktober — Febr.	375	292	279	3,9	3,9	10,522	10,167	9,7	10,3	26,340	26,928
Das ganze Jahr	854	451	432	3,9	3,9	16,237	15,594	10,6	10,7	44,654	43,033

Nach diesen Zahlen scheint die Menge des Chlors im Drainwasser fast ausschließlich von der Menge dieses Wassers abhängig zu sein, denn in den verschiedenen Jahreszeiten bleibt die Menge des Chlors eines Kubikmeters beinahe dieselbe.

Besonders bemerkenswerth ist es, daß die Drainwässer in der Periode eines Jahres nahezu so viel Chlor enthalten wie die Regenwässer in derselben Zeit und unter denselben Bedingungen. Die Drainwässer enthielten per ha 16,237 und 15,594 kg und die Regenwässer 16,07 kg. Dagegen befindet sich, Dank der starken Verdunstung in den Drainwässern pro cbm eine fast zweimal beträchtlichere Menge an Chlor als im Regenwasser, nämlich 3,9 gr anstatt 2,04 gr.

Wenn schon das Mengenverhältniß von Chlor im Regenwasser und in dem von diesem herrührenden Drainwasser dasselbe ist, so ist dies durchaus nicht der Fall mit dem Stickstoff. Während der innerhalb eines Jahres auf eine ha Fläche fallende Regen 4,88 kg Gesammtstickstoff enthielt, wurden in den von dieser Fläche ablaufenden Drainwässern 43,0—44,6 kg Stickstoff gefunden. Derselbe befindet sich darin fast ausschließlich in Form von Nitraten. Aus Analysen von *Frankland* geht hervor, daß solche Wässer nur ungefähr 2,2 kg organischen Stickstoff und Spuren von Ammoniak enthalten.

Die große Menge der Nitrate eines Bodens bildet sich, wie man heutzutage

sagt, durch Oxydation stickstoffhaltiger Substanzen unter Mitwirkung von Fermenten. Diesbezügliche Untersuchungen haben ergeben, daß solche Böden auf dem Hektar 3900 kg Stickstoff bis zu einer Tiefe von 0,25 m und ungefähr 14900 kg bis zu einer Tiefe von 1,6 m enthalten.

Es sind schon zahlreiche Untersuchungen über die Nitrifikation veröffentlicht worden; hier sollen nur die Thatsachen, welche einen direkten Einfluß auf die Drain- und Quellwässer haben, hervorgehoben werden.

Aus der vorhergehenden Tabelle kann man ersehen, daß die Nitrifikation in den verschiedenen Jahreszeiten mit sehr verschiedener Energie im Boden stattfindet. Im März fand man 6,2 gr und im September 17,6 gr Salpeterstickstoff im cbm Drainwasser bei einer Tiefe von 0,5 m. Diese Zahlen repräsentiren die Mittelwerthe von neun aufeinanderfolgenden Jahren. Wenn man dagegen ein einzelnes Jahr herausgreift, dann findet man, daß der niedrigste und höchste Gehalt an Salpeterstickstoff nicht immer in die Monate März und September fällt, daß vielmehr hierin größere Schwankungen vorkommen. Man kann aber als fest hinstellen, daß im Drainwasser die höchste Menge an Nitraten im ersten Monat nach Juli, wo der Regen am beträchtlichsten ist, erreicht wird.

Die Hauptursache der Schwankungen in der Menge der Nitrate zu den verschiedenen Jahreszeiten ist vor Allem dem Einfluß der Temperatur auf die Nitrifikation zuzuschreiben. Besonders in den Sommermonaten verbreitet sich das Salpeterferment mit der größten Intensität im Boden und die im Herbst und im Winter mit den Drainwässern fortgeführten Nitrate sind größtentheils in den Sommermonaten entstanden.

Bemerkenswerthe Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Drainwasser ergeben sich, wenn man die Tiefe, bei welcher sie aufgefangen werden, berücksichtigt. Die in der größten Tiefe aufgefangenen sind in der Zusammensetzung gleichmäßiger als diejenigen, die nur wenig Erde durchsickert haben. Im Allgemeinen ist das Drainwasser aus einer größeren Tiefe auch gleichmäßiger in der Zusammensetzung während der verschiedenen Jahreszeiten, vorausgesetzt daß dasselbe die ganze Masse des Bodens durchstrichen hat und nicht größtentheils durch Spalten und Risse abgelaufen ist. Der letztere Fall ist ebenfalls von hoher Bedeutung in dem Studium der Drainwässer.

Je nach der Menge des Wassers, welches einen Boden durchsickert, gehen mehr oder weniger Nitrate in die Drainwässer über; dies ist besonders im Oktober und Februar, wo der Regen am stärksten ist, der Fall. Zumal im Oktober ist die Erde am reichsten an Nitraten. Man kann sich also nicht wundern, wenn im letzteren Monat die Drainwasser sehr reich an Nitraten sind. Diejenigen Wässer, welche große Erdmassen durchsickert haben, erreichen ihr Maximum an Nitraten erst im November, während in den Monaten Oktober bis Februar 62% von der Gesammtmenge des Salpeterstickstoffs sich in den Drainwässern befinden.

Drainwasser im bebauten Boden. Der größte Theil des Bodens ist in diesem Falle entweder das ganze Jahr oder zu verschiedenen Zeiten im Jahre mit einer natürlichen und künstlichen Vegetation bedeckt.

Die an der Oberfläche eines Bodens wachsenden Pflanzen üben einen sehr bemerkenswerthen Einfluß aus auf die Menge der Drainwässer, welche dieser Boden liefern kann. Die Verdunstung, welche sich unter der Mitwirkung der

Pflanzen vollzieht, ist in der That recht beträchtlich, wodurch die Menge des in dem Boden zirkulirenden Regenwassers sehr vermindert wird, was natürlich erst recht während der Entwickelung der Pflanzen der Fall ist. Man darf sich daher nicht wundern, wenn ein Boden, der eine gute Mittelernte liefert, im Sommer unbedeutende Mengen Drainwasser abgiebt, zumal wenn wenig Regen gefallen ist.

Folgende Tabelle giebt ein frappantes Beispiel von der Vertheilung der Drainwässer in den verschiedenen Jahreszeiten. Das zu diesem Versuche dienende Feld hat zwanzig Jahre hindurch Getreide getragen und jede Parzelle ist bei einer Tiefe von 0,3 bis 0,6 m drainirt worden. Während der letzten acht Jahre sind die Drainwasser aufgefangen und analysirt worden. Eine Parzelle ist nie gedüngt worden, die übrigen haben verschiedene Mengen von Dünger bekommen.

Zahl der Tage, an welchen während 20 Jahren (1867—86) eine Drainage stattfand.

	Parzelle 3 und 4 ohne Dünger.	Parzelle 7 mit Dünger.
März—September	86	64
Oktober—Februar	257	254
Das ganze Jahr	343	318
Ernte im Mittel kg	1904	5910.

Eine andere Folge der starken Verdunstung, welche während des Sommers auf einem kultivirten Boden stattfindet, ist, daß die größten Drainwassermengen erst im Winter erscheinen. Bei dem nicht kultivirten Boden fand im Oktober bereits eine beträchtliche Drainage statt, die indessen ihr Maximum im Januar erreichte. In dem mit Zerealien bestellten Boden fällt diese Periode in den November bis Februar.

Die Drainwässer von bebautem Boden enthalten weniger Chlor und Nitrate als vom brachliegenden, weil die Pflanzen diese Stoffe zum Theil verbrauchen. Bei den Chloriden ist diese Assimilation zwar sehr begrenzt, weil die Pflanzen nur geringe Mengen von solchen Salzen enthalten; anders verhält es sich indessen mit den Nitraten, die mit der größten Leichtigkeit aufgenommen werden.

Chlor und Salpeterstickstoff
in dem Drainwasser eines Getreidefeldes zu Rothamsted.

	Im cbm Salpeterstickstoff. gr	Chlor. gr	Stickstoff. Proz. vom Chlor.
42 Jahre ohne Dünger.		Mittel aus 8 Jahren (1878—1886).	
März—Mai	1,6	4,1	39,3
Juni—August	0,1	2,4	4,5
September—November	4,0	8,0	49,8
Dezember—Februar	4,3	6,1	69,6
Das ganze Jahr	3,4	6,0	55,8.
42 Jahre gedüngt mit Stalldünger.		Mittel aus 8 Jahren (1878—1886).	
März—Mai	2,9	3,3	87,1
Juni—August	1,2	0,4	263,6
September—November	8,2	10,5	77,9
Dezember—Februar	5,8	7,4	78,5
Das ganze Jahr	5,8	7,3	79,7.

Diese Tabelle läßt sehr deutlich den Wechsel in der Zusammensetzung der Drainwasser zu den verschiedenen Jahreszeiten erkennen. In dem Verhältniß, wie



der Frühling vorschreitet, vermindern sich die Nitrate sehr stark, anstatt zuzunehmen, wie in dem Falle, wo die Erde ohne Kultur geblieben war. Als im Jahre 1884 der Frühling sehr vorgeschritten war, verschwanden auf einer Parzelle ohne Düngung die Nitrate schon vor Ende März vollständig aus dem Drainwasser. Gewöhnlich aber tritt dieses Verschwinden im April oder im Mai ein und äußerst selten findet man noch im Juni Nitrate im Drainwasser. Unter achtzehn Drainwasserproben aus den Monaten Juni, Juli, August enthielten nur zwei Spuren von Salpetersäure.

Sobald im September der Boden abgeerntet ist, enthalten die Drainwässer immer größere oder kleinere Mengen Nitrate. Von diesem Monat an wächst deren Menge stetig; ist die Jahreszeit feucht, so wird das Maximum im Oktober erreicht, um alsdann gleichmäßig bis zum März zu fallen, wo deren Menge fast gleich Null wird.

Ganz ähnlich verhält es sich mit dem Chlor, welches sich in den Drainwässern befindet, aber es verschwindet niemals vollständig. Sobald der Sommer hereinbricht, vermindert sich dessen Menge sehr merklich, obschon es nicht so vollständig von den Pflanzen aufgenommen wird wie die Nitrate. Nach der Ernte wächst die Menge des Chlors in den Drainwässern von Neuem.

Hiernach wechselt in den verschiedenen Jahreszeiten die Zusammensetzung der Drainwässer von einem jährlich stark gedüngten Boden ganz ähnlich wie von einem nie gedüngten, nur die Menge des Chlors und der Nitrate ist in ersterem Fall eine größere. Die mittleren Mengen von Chlor und Salpeterstickstoff sind beziehentlich 7,3 und 5,8 gr in den Drainwässern eines gedüngten Bodens, während in denen des nie gedüngten Bodens erheblich weniger oder beziehentlich 6,0 und 3,4 gr im cbm gefunden wurden.

Allgemeine Bemerkungen. Die Betrachtungen, zu denen uns die Drainwässer eines Getreidefeldes zu Rothamsted geführt haben, geben uns auch eine Vorstellung von der Zusammensetzung eines Wassers, welches einen mit Getreidearten bestandenen Boden durchsickert hat. Bei der Regenhöhe, den Ernten und Bodenverhältnissen in unserem Lande enthalten die Drainwässer eines mit Getreide bestandenen Feldes 6 gr Chlor und 3,4 gr Salpeterstickstoff im cbm. Dies sind indessen die niedrigsten Werthe, denn die acht Jahre, während welcher die Versuche ausgeführt worden sind, waren ausnehmend regnerisch. Bei der durchschnittlichen Regenhöhe des Landes dürften diese Mengen 8 gr Chlor und 4,5 gr Salpeterstickstoff im Kubikmeter sein. Frühere Analysen von *Voelcker* und *Frankland* ergeben noch höhere Werthe. Das Mittel von 16 Wasseranalysen von einer ungedüngten Parzelle ergab 5,7 gr Salpeterstickstoff und 12,8 gr Chlor im cbm, und 10 Wasseranalysen einer stark gedüngten Parzelle ergaben 8,9 gr Salpeterstickstoff und 15,6 gr Chlor im cbm. Hierbei muß allerdings hervorgehoben werden, daß die Zeit, zu welcher die Proben entnommen wurden, sehr trocken war. Jedenfalls kann man sich nach diesen Zahlen und dem Vorhergehenden eine Vorstellung machen von den Extremen, zwischen welchen diese Werthe schwanken können.

In Gegenden mit hohem Chlorgehalt im Regenwasser findet sich auch eine größere Menge Chlor im Drainwasser wieder. Dies ist beispielsweise der Fall in Cirencester, wo der Regen im Mittel 3,25 gr Chlor und bei einer Verdampfung desselben zu zwei Dritttheilen desselben die Drainwässer 9,75 gr enthalten.

Ueber die Zusammensetzung der Drainwässer von einem mit Futtergewächsen und Wurzeln bestandenen Felde liegen noch keine Analysen vor, ebensowenig von Wiesen- und Wald-Ländereien. Wahrscheinlich ist indessen, daß die Drainwässer von einem Boden, der Futtergewächse und Rüben trägt, weniger Nitrate enthalten, als wie in den vorhergehenden Untersuchungen gefunden wurde, und daß jenes Verhältniß bei Wiesen noch niedriger ausfallen wird.

Den Einfluß, den die Grünfutter auf die Menge des Chlors ausüben werden, ist nicht ohne Weiteres zu sagen. Sie befördern sehr stark die Verdunstung und wird dadurch jedenfalls die Menge an Chlor sich erhöhen, andererseits gebrauchen sie aber mehr Chlor als die Körnerfrüchte.

***M. Miles.* Die nitrifizirenden Mikroben.** Agric. Science. 1887. Vol. 1. pag. 102. und Chem. Zentralblatt. 1887. No. 47. S. 1317.

Die die Nitrifizirung der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Bodens unterhaltenden Mikroben, welche für die Landwirthschaft von Bedeutung sind, wurden vom Verf. auf festen und flüssigen Nährmedien rein gezüchtet. Eine sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit der flüssigen Kulturen besteht in deren Klarheit, die im auffallenden Gegensatze zu dem opaleszirenden und wolkigen Aussehen der Kulturen von Bacterium Termo, B. subtilis und anderen verwandten Formen in denselben Medien besteht. Die Nitrifikation durch die Mikroorganismen erfolgt erst nach einigen Tagen, bei Anwesenheit von Calciumkarbonat findet schnelle Vermehrung, ohne Nitrifikation zu bemerken, statt. Mikroben, welche durch mehrere Generationen hindurch in Mitteln ohne Zufuhr von Calciumkarbonat gezüchtet waren, verursachten dann in nitrifizirbaren Flüssigkeiten, welchen kohlensaurer Kalk zugesetzt war, Nitrifikation.

Wenn sich die Mikroben in Kulturmitteln rasch vermehren, die ihnen ausgiebige Nahrung gewähren, ohne daß darin Nitrifikation stattfinden kann, so scheinen sie entschieden aerobischer Natur zu sein, wenn sie aber lebhaft nitrifizirend thätig sind, so herrscht ebensosehr der anaerobische Charakter vor. Die Kulturen enthielten selten salpetrige Säure; wenn diese gefunden wurde, so war es bei Kulturen, die keine Reaktion auf Salpetersäure gaben und in denen Mikrokokken in bedeutender Menge mit den eigentlichen Nitrifikationsmikroben zusammen vorhanden waren.

Wahrscheinlich gibt es von den Mikroorganismen mehrere Arten oder Entwickelungsstufen, und der deutliche Einfluß äußerst unbedeutend erscheinender Veränderungen in der Umgebung der Lebewesen auf deren Entwickelung und Thätigkeit dürfte einiges Licht auf die bekannte Gleichgiltigkeit der Leguminosen gegen Stickstoffdünger, als auch auf ihre Eigenschaft als Stickstoffsammler werfen, ferner auch auf den Umstand, daß die Wurzelrückstände der Pflanzen im Ackerboden gemeiniglich den Charakter desselben zu ändern vermögen, ohne daß chemische und physikalische Untersuchungen hierfür immer genügende Erklärungen geben.

***M. P. E. Berthelot.* Ueber die Fixirung des gasförmigen Stickstoffs der Atmosphäre durch den bewachsenen Boden unter Mitwirkung der Vegetation.** Compt. rend. T. CIV. 1887. No. 10. p. 625. und Biedermann's Zentralblatt f. Agrikulturchemie. 1888. S. 8.

Schon im November 1885 und im Januar 1886 hat Verf. der Akademie Arbeiten der Versuchsstation für Pflanzen-Chemie zu Meudon vorgelegt, welche die direkte Bindung des atmosphärischen Stickstoffs durch gewisse thonige Bodenarten und andere in Kultur befindliche Erden ohne Rücksicht auf die Wirkung der Vegetation darzuthun bezweckten[1]). Die folgenden Versuche wurden parallel und gleichzeitig mit den früheren unter Mitwirkung der Vegetation ausgeführt.

1. Die Erde wurde keiner besonderen Behandlung unterworfen; sie wurde der freien Luft und dem Regen in einer Wiese ausgesetzt. Man ließ Pflänzlinge von Amarantus pyramidalis darin entwickeln.

Es wurde der Stickstoffgehalt der Erde, der Pflanze, des Regens und der Ammoniakstickstoff der Luft bestimmt.

Die Erde enthielt am Anfang des Versuchs 54,09 gr Stickstoff (0,389 gr Salpeterstickstoff), am Ende des Versuchs 56,54 gr Stickstoff (0,037 gr Salpeterstickstoff).

Der Stickstoffgehalt von 20 Amarantus-Pflanzen betrug anfangs 0,35 gr und erreichte im Ganzen 2,235 gr. Demnach haben die Pflanzen im Ganzen 1,885 gr an Stickstoff gewonnen.

Der Ammoniakstickstoff der Luft wurde von Schwefelsäure von bekannter Oberfläche absorbirt und bestimmt. Von der Erde wird jedenfalls weniger absorbirt wie von der Schwefelsäure; unter Uebertragung dieser Stickstoffmenge auf die Oberfläche der Erde des Topfes erhält man daher einen etwas zu hohen Werth oder im Maximum 0,048 gr. Noch schwieriger ist es, den Einfluß der Oberfläche der Pflanzen bei der Absorption des Ammoniakstickstoffs in Anrechnung zu bringen, jedoch wird die Oberfläche einiger weniger Pflanzen auf den 1661 qcm der Topferde von nur untergeordneter Bedeutung sein.

Der Stickstoffgehalt der Regenwässer erreichte für die Oberfläche des Topfes in der Vegetationszeit 0,0535 gr (0,0523 gr Ammoniakstickstoff, 0,0012 gr Salpeterstickstoff).

Andererseits wurden an allen Tagen die Drainwasser aufgefangen und darin der Salpeterstickstoff bestimmt, der den Werth von 0,4027 gr erreichte. Der Ammoniakstickstoff und der organische Stickstoff wurden nicht bestimmt, da komparative Versuche gezeigt hatten, daß die Menge hieran von untergeordneter Bedeutung war.

Durch die vorstehenden Bestimmungen wurden die Werthe für die Stickstoffbilanz gewonnen, wie sie hier folgt:

Stickstoff der Erde	54,09 gr.	Stickstoff der Erde a. Ende des Versuchs	56,54 gr.
Stickstoff aus dem Regen	0,053 „	Stickstoff d. d. Drainage fortgeführt .	0,403 „
Ammoniakstickstoff a. d. Luft	0,048 „	Stickstoff d. d. Pflanzen gebunden . .	2,235 „
Stickstoff der Amarantus-Pflanzen . .	0,350 „		59,18 gr.
	54,54 gr.		

Demnach hatte eine bestimmte Bindung von 59,18 — 54,54 = 4,64 gr Stickstoff stattgefunden und dieser Gewinn vertheilt sich fast gleichmäßig auf die Erde und die Pflanzen.

In einem zweiten Versuch stellte sich die Bilanz wie folgt:

---

[1]) Vergl. diese Zeitschrift. Bd. X. 1887. S. 205.

Stickstoff der Erde	54,600 gr.	Stickstoff der Erde a. Ende des Versuchs	60,53 gr.
Stickstoff a. d. Regen	0,051 „	Stickstoff d. d. Drainage abgeführt	0,23 „
Ammoniakstickstoff a. d. Luft	0,048 „	Stickstoff d. d. Pflanzen gebunden	1,87 „
Stickstoff der Pflanzen	0,349 „		62,63 gr.
	55,048 gr.		

Der Gewinn an Stickstoff betrug sonach: 62,63 — 55,05 = 7,58 gr. Die Pflanzen hatten 2,076 gr Stickstoff gebunden.

Aus allen Versuchen geht unzweideutig hervor, daß eine Bindung von Stickstoff in beträchtlicher Menge stattgefunden hat, sowohl durch sandigen als auch thonigen Boden wie auch durch bewachsene Erde, ebenso ohne, als auch in Gegenwart der Vegetation.

In den vorliegenden Versuchen belief sich die Bindung des Stickstoffs unter Mitwirkung der Vegetation auf 4,64 gr und 7,58 gr; anstatt auf 12,7 gr und 23,15 gr, die durch dieselbe Erde in gleichzeitigen Versuchen beobachtet wurden. Es scheint demnach, daß die Vegetation einen Theil des durch die Erde gebundenen Stickstoffs verbraucht hat. Das Leben der höheren Pflanzen wie das der Thiere scheint immer mit einem Verlust an Gesammtstickstoff verbunden zu sein.

Verf. ist vielmehr der Ansicht, daß wahrscheinlich nur die bewachsene Erde die Bindung des freien atmosphärischen Stickstoffs in dem Körper der höheren Pflanzen vermittelt. Hiernach wird eine intensive Kultur den Reichthum des Bodens an Stickstoff vermindern, indem die von der Natur gegebenen Hilfsmittel nicht Zeit genug haben, diesen Verlust so rasch zu ersetzen. Bei dem freiwilligen Bewachsen der Erde wird dagegen bis zu einem gewissen Punkte eine Bereicherung des Bodens an Stickstoff stattfinden, bis das Gleichgewicht zwischen Bindung und in Freiheitsetzen des Stickstoffs hergestellt ist.

O. Kellner und ***T. Yoshii.*** **Ueber die Entbindung freien Stickstoffs bei der Fäulniß und Nitrifikation.** Zeitschrift für physiologische Chemie. 1887. Bd. XII. S. 95.

Behufs Lösung der Frage, ob bei der Fäulniß freier Stickstoff entbunden werde, wurden von den Verff. verschiedene organische Stoffe, feingemahlene Sojabohnen, Fischmehl und Milch mit gefaultem Harn versetzt, erstere beiden Materialien mit Wasser außerdem angefeuchtet, und hierauf in verschlossene Flaschen verbracht. In einigen dieser Versuche war Gips als ammoniakbindendes Mittel in geringen Mengen zugesetzt worden. In keinem von acht Fällen war ein irgendwie in Betracht kommender Stickstoffverlust bemerkt worden, obwohl die Fäulniß überall sehr weit vorgeschritten war. Nitrifikation war in keinem Falle beobachtet worden.

In einer zweiten Versuchsreihe sollte festgestellt werden, ob bei der Fäulniß mit nachfolgender Nitrifikation ein Verlust an gebundenem Stickstoff eintritt. Da die salpetrige Säure am leichtesten mit Amidosäuren freien Stickstoff entwickelt, so wurde für einen Theil der Versuche Asparagin benutzt. Ein anderer Theil wurde wieder mit Sojabohnen ausgeführt. Zur Einleitung der Fäulniß wurde gefaulter Harn verwendet, und um das nitrifizirende Ferment in die Mischung einzuführen, wurde einem Theil der Versuche Ackerboden aus der obersten Bodenschicht zugesetzt.

Sobald in den Materialien keine Nitrifikation eintrat, wurde keine Entbindung freien Stickstoffs beobachtet. Dagegen wurde in einer Mischung verdünnten Menschenharnes mit Boden, in welcher die Nitrifikation mit großer Intensität von Statten ging, ein erheblicher Stickstoffverlust nachgewiesen, welcher nach sechsmonatlicher Versuchsdauer 9,6%, nach acht Monaten 10,1% betrug. *E. W.*

H. Le Chatelier. **Von der Wirkung der Wärme auf die Thone. Ueber die Zusammensetzung der Thone.** Compt. rend. 1887. T. CIV. p. 1443 und 1517.

W. Wipprecht. **Untersuchungen über die Absorption von Ammoniak durch Thon.** Agricultural Science. Vol. I. 1887. p. 106.

P. Penhallow. **Bodentemperaturen.** Agric. Science. Vol. I. 1887. p. 75.

E. Laurent. **Du rôle des bactéries dans la fixation de l'azote dans le sol.** Bruxelles. A. Manceaux.

M. P. E. Berthelot und ***R. Warington.*** **Ueber die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Ackererde.** Comptes rendus. T. CIII. p. 1101. — Chem. News. Vol. LV. No. 1417. p. 27.

Rezension:

J. Soyka. **Die Schwankungen des Grundwassers mit besonderer Berücksichtigung der mitteleuropäischen Verhältnisse.** Roy. 8°. 84 S. Mit 18 Abbildungen im Texte. Wien. 1888. Eduard Hölzel. Preis 3 Mark.

In vorliegender Arbeit hat Verf. das vorhandene umfangreiche, in der Litteratur zerstreute Beobachtungsmaterial mit großer Sachkenntniß und außerordentlichem Geschick zusammengestellt und zu einem harmonischen Ganzen vereinigt. Dadurch erhält der Leser einen tieferen Einblick in eine Reihe von Vorgängen im Boden, welche gleichergestalt für die Land- und Forstwirthschaft, wie für die Hygiene, Hydrographie und Geographie von besonderer Wichtigkeit sind. Indem Verf. seinen Gegenstand von den verschiedensten Gesichtspunkten aus kritisch beleuchtet, gelingt es ihm, die Ursachen ziemlich komplizirter Erscheinungen klar zu legen und das Verständniß für dieselben wach zu rufen. Man kann mit gutem Gewissen die vorliegende Arbeit als eine grundlegende bezeichnen, welche geeignet ist, die mannigfachste Anregung zu gewähren und den Anstoß zu einer Reihe von Spezialuntersuchungen zu geben. Die Darstellung ist klar und einfach und wird durch eine größere Zahl instruktiver Abbildungen unterstützt.

In welcher Weise Verf. seine Aufgabe zu lösen versucht hat, ergiebt sich aus den Ueberschriften der einzelnen Kapitel. Das erste behandelt die Entstehung und Ausbreitung des Grundwassers, das zweite die Beziehungen des Niederschlages und der atmosphärischen Feuchtigkeit zu den Grundwasserschwankungen, das dritte die Beziehungen des Grundwassers zu den oberirdischen Wasserläufen, während in dem vierten Abschnitt die Uebereinstimmung der hydrometeorischen Vorgänge nach Ort und Zeit klar gelegt wird. *E. Wollny.*



II. Physik der Pflanze.

Mittheilungen aus dem agrikulturphysikalischen Laboratorium und Versuchsfelde der technischen Hochschule in München.

XLVII. Elektrische Kulturversuche.

(Erste Mittheilung.)

Von Professor Dr. **E. Wollny** in München.

In den seitherigen, eine Verwerthung der Elektrizität bei der Pflanzenkultur bezweckenden Versuchen[1]) hat man sich unter Anderem damit abgegeben, das Wachsthum der Nutzpflanzen mittelst eines durch die Erde geleiteten konstanten elektrischen Stromes zu fördern. Dieses Verfahren der „Elektrokultur“ wird gemeinhin in der Weise zur Ausführung gebracht, daß an der einen Seite des Versuchsplanes eine Kupfer-, an der anderen eine Zinkplatte in die Erde gesenkt wird und beide durch einen Draht oberirdisch mit einander verbunden werden, oder daß an zwei gegenüberliegenden Seiten des Feldstückes je eine Platte von demselben Metall eingegraben und in den beide verbindenden Draht ein galvanisches Element oder eine elektrische Batterie eingeschaltet wird.

Die überraschenden und mit großem Lärm angekündigten Resultate, welche anfangs der vierziger Jahre dieses Jahrhunderts einige amerikanische Experimentatoren in bezeichneter Richtung erzielt haben wollten, lenkten, abgesehen von einigen älteren unbedeutenden Versuchen[2]), zuerst die Aufmerksamkeit der betheiligten Kreise auf diese neue Art der Elektrokultur. Welche enormen Erfolge mit derselben verknüpft sein sollten, geht z. B. aus der Mittheilung hervor, welche *Ross*[3]) im Jahre 1844 im

---

[1]) Vergl. *E. Wollny.* Ueber die Anwendung der Elektrizität bei der Pflanzenkultur. München. 1883. Theodor Ackermann.

[2]) *Davy.* Elemente der Agrikulturchemie. Berlin. 1814. S. 14.

[3]) Annales agronomiques. T. VI. Paris. 1880. p. 43.

Farmer's Club in New-York machte. Derselbe senkte auf der einen Seite eines Kartoffelfeldes eine Kupferplatte von 5 Fuß Länge und 14 Zoll Breite und in einer Entfernung von 200 Fuß davon eine Zinkplatte von denselben Dimensionen in die Erde und verband beide mit einem Kupferdraht. Der hierdurch in der Erde zwischen den beiden Metallplatten hervorgerufene elektrische Strom soll es zu Wege gebracht haben, daß die unter seinem Einfluß gewachsenen Kartoffelknollen einen Durchmesser von $2^1/_2$ Zoll, während die unter natürlichen Verhältnissen gewachsenen nur einen solchen von $^1/_2$ Zoll erreichten.

Der durch diese und ähnliche Mittheilungen hervorgerufene Enthusiasmus war indessen nicht von langer Dauer, nachdem die in England angestellten Kontrolversuche ein negatives oder ungünstiges Resultat lieferten. *Sheppard*[1]) verfuhr in ganz gleicher Weise wie *Ross* und säete in die Erde zwischen beiden Platten, parallel mit denselben, Luzerne, Esparsette, gemeinen Klee, rothe Kugelrüben und gelbe Mangoldwurzeln in Reihen. Es fand sich, daß die jungen Pflanzen bald nach ihrem Erscheinen zum größten Theil in eigenthümlicher Weise abstarben[2]). Gleichzeitig stellte man in England Versuche mit Gerste, Weizen, Roggen, Turnips und Radieschen an, deren Samen dem Einfluß eines schwachen elektrischen Stromes von geringer Spannung ausgesetzt wurden. Unter 55 Versuchen mit verschiedenen Samen sprachen 20 zu Gunsten der Elektrizität, 10 gegen dieselbe und bei 25 war gar kein Erfolg wahrzunehmen. Von sämmtlichen zu den 25 Versuchen verwendeten Samen gediehen 1250 durch Elektrizität, während 1253 von einem solchen Gedeihen nichts wahrnehmen ließen[3]).

W. O. Helmert[4]) machte Versuche über den Einfluß eines galvanischen Stromes auf das Wachsthum einiger Pflanzen: Die Versuche bezogen sich auf Kiefernsaat, Erbsen und Salat. Der galvanische Strom

---

[1]) *Florist*'s Journal. 1846 u. Allgem. Gartenzeitung von *Otto* und *Dietrich*. 1847. S. 46 u. ff.

[2]) Die Rüben, welche nicht gelitten hatten, erreichten allerdings eine ungewöhnliche Größe und gaben einen sechsfach höheren Ertrag gegenüber den nicht elektrisirten. Sollten sich diese Unterschiede nicht auf den durch lückigen Stand hervorgerufenen, vergleichsweise größeren Bodenraum der ersteren zurückführen lassen?

[3]) Allgem. Thüringische Gartenzeitung von *Bernhardi*. 1845. S. 171.

[4]) Zeitschrift für deutsche Landwirthe. 1859. S. 371.



wurde durch Zink- und Kupferplatten, die in der Luft mit einem Kupferdraht verbunden waren, erzeugt. Der Keimungsprozeß bei den Kiefernsamen erfolgte hierdurch gleichmäßiger und früher, doch konnte eine Beschleunigung des Wachsthums der Pflanzen nicht wahrgenommen werden. Die anderen Pflanzen auf den elektrisirten Beeten zeichneten sich nicht unwesentlich durch ihre Kräftigkeit in Blättern, Blüthen und Früchten aus.

Weitere in derselben Weise von *J. Fichtner* und *Söhne*[1]) angestellte Versuche lieferten ein zu Gunsten der Elektrizität auffallend glänzendes Resultat. Es hatte nämlich ergeben:

		Ertrag pro österr. Joch. Körner. ꝉ	Stroh. ꝉ
Gerste (Hanna-)	die gewöhnliche Kultur	2048,2	3290,7
	die Galvano-Kultur	2935,2	5137,8
Gerste (vierzeilige)	die gewöhnliche Kultur	2116,1	3767,7
	die Galvano-Kultur	2867,9	4135,7
Erbsen	die gewöhnliche Kultur	2523,3	3349,1
	die Galvano-Kultur	3085,4	4407,7
Sommerweizen	die gewöhnliche Kultur	1482,8	4778,0
	die Galvano-Kultur	2317,3	4839,2
Buchweizen	die gewöhnliche Kultur	425,7	5782,9
	die Galvano-Kultur	967,3	6771,1.

Mithin wurde bei Anwendung des galvanischen Stromes ein 16—127% höherer Ertrag erzielt als bei gewöhnlicher Kultur. Dieser Versuch ist indessen nicht beweisend, weil die elektrisirten Parzellen mit sogen. Luftdrains versehen waren, die auf die Feuchtigkeits- und Durchlüftungsverhältnisse des Bodens einen möglicherweise günstigen Einfluß ausübten. Die in gewöhnlicher Kultur befindlichen Parzellen waren nicht drainirt.

Um den zersetzenden Einfluß des galvanischen Stromes auf die Ackerkrume zu erfahren, wurde von den genannten Forschern eine Erdprobe dem Versuchsfelde entnommen, in zwei Theile getheilt, und die eine Partie dem elektrischen Strome 14 Tage lang ausgesetzt, während die andere in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit belassen wurde. Von 100 gr Erde waren nach der angegebenen Zeit in 1000 ccm Wasser löslich:

elektrisirt.	nicht elektrisirt.
0,135 gr.	0,085 gr.

[1]) Agronomische Zeitung. 1861. S. 550.

Der elektrische Strom hatte somit eine Lösung gewisser Bodenbestandtheile bewirkt.

Blondeau[1]) wandte statt eines konstanten einen Induktionsstrom an und fand, daß derselbe eigenthümliche Wirkungen auf Früchte und Samen zeigte. Die ersteren wurden in ihrer Reife beschleunigt. Es gelang, Aepfel, Birnen, Pfirsiche unter dem Einfluß des Stromes mürbe zu machen, während die an demselben Baume befindlichen nicht elektrisirten Früchte noch weit von diesem Zustande entfernt waren.

Erbsen, Bohnen und Weizensamen, die man, um sie leitend zu machen, in Wasser eingequellt, dann einige Minuten lang der Wirkung des Induktionsstromes ausgesetzt und in gute Gartenerde gesäet hatte, keimten immer viel früher als die nicht elektrisirten und unter sonst gleichen Umständen ausgelegten. Außerdem war die Entwickelung der von elektrisirten Samen stammenden Pflanzen rascher und ihre Blätter und Stengel dunkler grün und kräftiger.

Neuerdings machte *A. Tschinkel*[2]) auf den günstigen Einfluß der Elektrizität auf das Pflanzenwachsthum aufmerksam, nachdem er beobachtet hatte, daß ein durch eine Bodenparzelle geleiteter, in einer Batterie entwickelter Strom einen kräftigeren und rascheren Aufgang des angesäeten Samens bewirkt hatte. Die Differenz des Aufgangs zwischen dem elektrisirten und nicht elektrisirten umfaßte einen Zeitraum von ca. 6 bis 8 Tagen. Die Differenz in der Entwickelung der verschieden behandelten Pflanzen war ebenfalls auffallend. Genannter Forscher ist geneigt, die in die Erscheinung getretene günstige Wirkung der Elektrizität auf eine Zerlegung der im Boden befindlichen Salze und anderer Stoffe zurückzuführen.

Weiters existiren von *F. Holdefleiß* Mittheilungen[3]) über die Ergebnisse elektrischer Kulturversuche. Derselbe hatte schon früher den günstigen Einfluß der Elektrizität auf das Keimen und die weitere Entwickelung von Rübenkernen beobachtet; jedoch waren die Versuchsgefäße durch Glasunterlagen isolirt, was bei einem größeren Areale wohl nicht zu erreichen ist. Er war daher zweifelhaft, ob es gelinge, im freien Acker-

[1]) Comptes rendus. T. LXV. p. 304 u. p. 762.

[2]) Wiener landw. Zeitung. 1882. No. 41. S. 327.

[3]) Magdeburger Zeitung. 1885. No. 207. u. *Biedermann's* Zentralblatt für Agrikulturchemie. 1885. S. 392.



lande, ohne isolirende Vorrichtungen, neu erregte Elektrizität auf ein bestimmtes Stück Feld resp. auf die daselbst stehenden Pflanzen so zu fixiren, und einwirken zu lassen, daß ähnliche Wachsthumsförderungen eintreten könnten, wie sie in jenen isolirten Blumentöpfen beobachtet wurden.

Zu diesem Zweck wurde auf dem Dominium Wangern im Sommer 1884 ein Zuckerrübenfeld gewählt, auf welchem die Pflanzen bereits aufgegangen waren und einen sehr gleichmäßigen Stand zeigten. Auf diesem Felde wurden Kupferplatten von der Größe 80 : 50 cm senkrecht so eingesetzt, daß eine Kupferplatte die Breite von zwei Rübenreihen deckte und nach unten 50 cm tief reichte. Die Platten je eines Plattenpaares waren 56 m von einander entfernt. Die eine wurde mit dem positiven, die andere mit dem negativen Pol einer aus 14 *Meidinger*'schen Elementen bestehenden Batterie durch übersponnene und isolirte Drähte verbunden. Dieselbe Anordnung wurde auf einem Kartoffelfelde getroffen.

Außerdem wurde noch in weiteren Versuchen die Elektrizität durch Kombination von Kupfer- und Zinkplatten ohne elektrische Batterie erregt, indem eine Kupferplatte und in einer Entfernung von 33 m in den entsprechenden Rüben- und Kartoffelreihen eine Zinkplatte, die mit der ersteren durch einen Draht verbunden war, in die Erde eingesenkt wurden.

Endlich wurde noch versucht, die in der zuletzt beschriebenen Weise erregte Elektrizität dadurch zu verstärken, daß zwischen die beiden Endplatten in Entfernungen von mehreren Metern Plattenpaare von fest zusammengelegten und genieteten Kupferzinkplatten eingesenkt wurden, so daß die Anordnung folgende war: Kupfer — Zink — Kupfer — Zink — Kupfer u. s. w. Zink.

Die Verbindung der Platten unter sich resp. mit den Batterien blieb während des ganzen Sommers bis zur Ernte der reifen Pflanzen ungestört erhalten. Von den Versuchen wird berichtet:

1) Das Vorhandensein von elektrischen Strömen konnte während des ganzen Sommers bei allen Versuchen konstatirt werden.

2) Durch einen empfindlichen Elektrometer konnte sogar in den zwischen den entsprechenden Plattenpaaren befindlichen Ackerstreifen das Vorhandensein eines elektrischen Stromes nachgewiesen werden.

3) Die Rüben- und Kartoffelreihen zwischen denjenigen Plattenpaaren, welche mit elektrischen Batterien verbunden waren, zeigten in keinem Entwickelungsstadium einen Unterschied gegenüber den Pflanzen des

übrigen Feldes, ebenso unterschied sich die Ernte derselben weder in Qualität noch in Quantität von letzteren.

4) Sowohl die Rüben- als auch die Kartoffelreihen zwischen den nicht mit Batterien verbundenen, aus Zink und Kupfer bestehenden Plattenorganen begannen etwa 10 Tage nach Anstellung des Versuchs, im Gegensatz zu dem sehr gleichmäßigen übrigen Felde, ein etwas frischeres, kräftigeres Aussehen zu bekommen, welches sie beibehielten, so lange die oberirdischen Organe an Größe zunahmen; von Mitte Juli an war kein äußerer Unterschied mehr zu bemerken.

Die Ernte ergab jedoch eine nicht unwesentliche Ertragssteigerung. Setzt man den Durchschnittsertrag gleich langer Streifen vom übrigen Felde gleich 100, so betrug der Ertrag der zwischen den Zink- und Kupferplatten eingeschlossenen Streifen bei den Rüben 115, bei den Kartoffeln 124.

Im Anschluß an diese Versuche wurden solche, auf Veranlassung von *M. Maercker*, von *Braune* im Jahre 1885 in ähnlicher Weise ausgeführt[1]), indem einerseits ein durch die Wechselwirkung von Kupfer und Zink erzeugter galvanischer Strom, andererseits ein durch 14 *Meidinger* Elemente erzeugter Batteriestrom verwendet wurde.

Der Versuch dauerte vom 3. Juni bis zur Erntezeit. Ein merklicher Unterschied in der Blattentwickelung oder den sonstigen äußeren Erscheinungen war auf den verschiedenen Versuchsparzellen nicht wahrzunehmen. Der elektrische Strom dokumentirte sich vom ersten Tage an bis etwa 7. August gleichmäßig stark und zwar so, daß er die Magnetnadel fast rechtwinklig abweichen machte. Von da ab wurde er schwächer, am 5. September war er fast unmerklich und am 13. September reagirte die Magnetnadel gar nicht mehr.

Die am 26. Oktober vorgenommene Ernte ergab, sammt der Untersuchung der Rüben folgendes Resultat:

	Gewicht der Rüben pro ha.	Brix.	Polarisation. Zucker.	Nichtzucker.	Quotient.
Einfacher Strom	460 Met. Ctr.	18,0	15,3	2,7	85,6
Batterie- „	470 „ „	17,9	15,5	1,4	86,6
Ohne Elektrizität	420 „ „	16,7	15,0	1,7	89,7.

[1]) Magdeburger Zeitung. 1885. No. 539 und *Biedermann*'s Zentralblatt für Agrikulturchemie. 1886. S. 131.

Es wurde mithin durch Elektrizität ein deutlicher Mehrertrag erzielt, nämlich

durch die Kupferzinkplatten 40 Met. Ctr.
„ „ Batterie . . . 50 „ „.

Wenn auch bei den zwischen den Polen der Batterie gewachsenen Rüben der Zuckergehalt um 0,5, bei den zwischen den Kupfer-Zinkplatten gewachsenen derselbe um 0,3 % höher war als bei den „neutralen“ Rüben, so dürften diese Unterschiede wohl nicht groß genug sein, um daraus einen Einfluß der Elektrizität auf die Qualität der Ernteprodukte herzuleiten.

Angesichts der auseinandergehenden Ergebnisse der vorstehend aufgeführten Versuche hat sich Referent veranlaßt gesehen, eine Reihe von Experimenten einzuleiten, in welchen zunächst der Einfluß, den ein durch die Ackererde gehender galvanischer und Induktionsstrom auf das Produktionsvermögen der Kulturgewächse auszuüben vermag, festgestellt werden sollte. In Folgendem sind die Ergebnisse dieser Versuche mitgetheilt, während in späteren Publikationen die Wirkungen der atmosphärischen Elektrizität auf das Pflanzenwachsthum, sowie verschiedener Arten Elektrizität auf die Keimung und erste Entwickelung der Pflanzen näher dargelegt werden sollen.

Die betreffenden Versuche wurden bereits im Jahre 1883 begonnen, mußten aber wegen Verlegung des Versuchsfeldes unterbrochen werden, und konnten erst 1886 fortgesetzt werden.

In den Versuchen vom Jahre 1883 wurden je 5, durch einen 1,2 m breiten Weg von einander getrennte Parzellen von 4 m Länge und 1 m Breite durch Bretter, welche bis zu 25 cm Tiefe in den Boden gesenkt waren, abgegrenzt. Auf Parzelle I—III wurde bis zu derselben Tiefe auf jeder der beiden schmalen Seiten je eine Zinkplatte eingelassen und in den beide verbindenden, übersponnenen Kupferdraht bei I ein, durch 3 *Meidinger* Elemente in Thätigkeit gesetzter Induktionsapparat, bei II eine Batterie von 6, bei III eine solche von 3 *Meidinger* Elementen eingeschaltet. Auf Parzelle IV wurde auf der einen schmalen Seite eine Kupfer-, auf der anderen eine Zinkplatte in die Erde versenkt und eine metallische Verbindung zwischen beiden mittelst eines isolirten, 1,5 m über der Bodenoberfläche fortgeführten Kupferdrahtes hergestellt. Parzelle V erhielt keine Elektrizität.

Die elektrischen Ströme wurden von Anfang bis Ende des Versuches unterhalten, und wenn sie an Stärke abnahmen, durch Neubeschickung der zuvor entleerten und gereinigten Elemente auf ihre ursprüngliche Höhe gebracht. Letzteres geschah nach Bedürfniß alle drei bis vier Wochen. Zur Kontrole der konstanten Ströme diente ein Galvanometer, welches öfters in die Leitung eingeschaltet wurde und mittelst dessen das Vorhandensein eines kräftigen, der Elementezahl entsprechenden Stromes konstatirt werden konnte. Der zwischen der Zink- und Kupferplatte sich bildende Strom war dagegen nur schwach.

Die aus humosem Kalksandboden bestehende Ackererde besaß an der betreffenden Stelle des Versuchsfeldes eine Mächtigkeit von 24 cm und ruhte auf einem, sich bis in große Tiefen erstreckenden, vollständig durchlässigen Kalksteingeröll auf. In Bezug auf Vorfrucht (gedüngte Rüben), Düngung und Bearbeitung war der Boden der fünf Parzellen als durchaus gleichmäßig beschaffen zu erachten.

Nachdem jede Parzelle in 4 Abtheilungen von je 1 qm Größe gebracht worden war, wurde am 2. Mai zur Besamung geschritten, indem je eine Abtheilung der 5 nebeneinander liegenden, mit verschiedenen elektrischen Strömen, resp. ohne solche versehenen Parzellen mit einer und derselben Frucht bestellt wurde. Bei der Ansaat von Sommerroggen, Ackerbohnen und Raps wurden im Rechteckverbande (16,5 : 14,2 cm) zuvor die Pflanzstellen markirt und an jede derselben ein (Bohnen) oder mehrere Samen (Raps, Sommerroggen) ausgelegt. Die Kartoffeln wurden in einer Entfernung von 50 : 50 cm in 10 cm Tiefe, und eine in die Mitte der Abtheilung gelegt. Somit erhielt jede der letzteren 5 Pflanzen. Die Saatknollen waren natürlich von übereinstimmender Größe und von durchaus gleichem Gewicht für die verschiedenen Abtheilungen ausgesucht worden.

Der Aufgang der Körnerfrüchte erfolgte, wie in nachstehenden Tabellen angegeben:

Sommerroggen.

Mai:	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	Säss.
Induktionsstrom	35	.	1	.	2	1	.	1	.	.	.	40
6 *Meidinger* Elemente	35	.	.	1	.	3	1	.	1	.	.	41
3 " "	37	2	1	.	1	.	.	.	.	.	.	41
Kupfer-Zinkstrom	41	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	41
Ohne Elektrizität	36	.	.	1	2	.	1	.	.	.	.	40

Ackerbohnen.

Mai:	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	Säss.
Induktionsstrom	.	.	6	27	8	.	.	.	.	.	1	42
6 *Meidinger* Elemente	.	.	14	18	6	1	.	.	1	.	.	40
3 „ „	.	.	7	23	10	1	.	.	.	.	.	41
Kupfer-Zinkstrom	.	.	6	21	10	4	1	.	.	.	.	42
Ohne Elektrizität	.	.	5	19	9	5	.	1	.	1	.	40

Sommerraps.

Mai:	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	Säss.
Induktionsstrom	36	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	36
6 *Meidinger* Elemente	36	.	.	1	.	1	2	.	.	.	.	40
3 „ „	37	1	.	2	.	1	.	1	.	.	.	42
Kupfer-Zinkstrom	34	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	37
Ohne Elektrizität	36	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	36

Während der Entwickelung machten sich ebensowenig in die Augen fallende Unterschiede bemerkbar wie in dem Aufgange der Pflanzen.

Die Ernte lieferte folgendes Resultat, berechnet auf die gleiche Pflanzenzahl pro 1 qm Fläche:

Sommerroggen.
42 Pflanzen.

Versuchsanordnung.	Zahl der entwickelten Halme.	Ernte.		Gewicht von 100 Körnern der Ernte.
		Körner. gr	Stroh. gr	gr
Induktionsstrom	291	182,0	483	2,72
Strom von 6 *Meidinger* Elementen .	286	219,8	461	2,84
„ „ 3 „ „	246	197,8	461	2,88
Kupfer-Zinkstrom	307	201,6	348	2,64
Ohne Elektrizität	239	228,7	368	2,76

Sommerraps.
42 Pflanzen.

Versuchsanordnung.	Ernte.	
	Körner. gr	Stroh. gr
Induktionsstrom	114,8	369
Strom von 6 *Meidinger* Elementen .	94,5	430
„ „ 3 „ „	103,0	400
Kupfer-Zinkstrom	114,7	439
Ohne Elektrizität	118,1	376

Ackerbohnen.
42 Pflanzen.

Versuchsanordnung.	Ernte.		Gewicht von 100 Körnern der Ernte.
	Körner. gr	Stroh. gr	gr
Induktionsstrom	**517,5**	720	64,5
Strom von 6 *Meidinger* Elementen .	**514,5**	745	69,4
„ „ 3 „ „	**420,0**	567	64,5
Kupfer-Zinkstrom	**600,0**	850	68,5
Ohne Elektrizität	**651,0**	882	59,5

Kartoffeln.
5 Pflanzen.

Versuchsanordnung.	Ernte.		Mittleres Gewicht einer Knolle.
	Zahl.	Gewicht. gr	gr
Induktionsstrom	97	**3721**	38,3
Strom von 6 *Meidinger* Elementen .	125	**3105**	24,8
„ „ 3 „ „	124	**3153**	25,4
Kupfer-Zinkstrom	91	**3978**	43,7
Ohne Elektrizität	104	**3776**	36,3

Bei näherer Durchsicht zeigen diese Zahlen, daß der durch die Erde geleitete elektrische Strom in fast allen Fällen das Produktionsvermögen der Pflanzen herabgedrückt hatte. Nur bei den Kartoffeln war durch den schwachen Kupfer-Zinkstrom ein etwas höheres Erträgniß in Quantität (6°/o) und Qualität erzielt worden. Diese Thatsachen ließen entschieden erkennen, daß bei der getroffenen Versuchsanordnung die Grenze, bei welcher der elektrische Strom möglicherweise eine günstige Wirkung auszuüben im Stande wäre, überschritten worden sei, und sprachen somit für die Anwendung schwächerer Ströme bei Wiederholung der Versuche. Gleichzeitig schien es behufs Ausgleichung der individuellen Unterschiede in der Entwickelung der Pflanzen wünschenswerth, den Parzellen eine größere Ausdehnung zu geben.

Nachdem das neue Versuchsfeld im Jahre 1885 eingerichtet worden war, wurde im Frühjahr 1886 sofort mit Einleitung der neuen Versuche begonnen. Die Fläche war früher als Ackerland benutzt worden und zeigte eine gleichmäßige Beschaffenheit, besonders in Bezug auf Mächtig-

keit der humosen Ackerkrume, welche auch hier wieder auf Kalksteingeröll aufruhte. Nachdem im Frühjahr 1885 der Boden gründlich mit amerikanischen Grabgabeln gelockert und gereinigt worden war, wurde er im Spätsommer durch Auffuhr von Erde, welche einer benachbarten Fläche entnommen und gleichmäßig ausgebreitet wurde, um etwa die Hälfte erhöht, so daß auf allen Versuchsflächen die Ackererde eine Mächtigkeit von 30 cm erhielt. Nachdem auf der für vorliegende Versuche bestimmten Abtheilung nochmals im Frühjahr 1886 eine gründliche Lockerung des Bodens stattgefunden hatte, wurden durch Holzlatten 4, durch 1,2 m breite Wege von einander getrennte Ackerstreifen von 2 m Breite und 16 m Länge abgegrenzt und jeder derselben in gleicher Weise in 8 Parzellen getheilt. Jede der letzteren besaß sonach einen Flächeninhalt von 4 qm (2 : 2 m). Zur Düngung des Erdreichs wurden pro Parzelle 200 gr Fäkalguano (aus der *v. Podewils*'schen Fabrik in Augsburg) verwendet. Das Düngemittel wurde gleichmäßig ausgestreut und eingehackt, wonach die Oberfläche des Bodens geebnet wurde.

An den schmalen Seiten der Längsstreifen wurden alsdann Zinkbleche von 2 m Breite und 30 cm Höhe in die Erde gesenkt und oberirdisch durch einen über Glasglocken fortgeführten, übersponnenen und gefirnißten Kupferdraht mit einander verbunden. In die eine Leitung wurde eine Batterie von 4 oder 5 *Meidinger* Elementen, in die andere ein durch 4 oder 5 ebensolche Elemente in Betrieb gesetzter Induktionsapparat eingeschaltet. Der dritte Längsstreifen blieb ohne Zufuhr von Elektrizität, der vierte erhielt auf der einen schmalen Seite eine Kupfer-, auf der anderen eine Zinkplatte (200 : 30 cm), welche ebenfalls durch einen, über eine Isolirvorrichtung geführten, besponnenen Kupferdraht, 1,5 m über dem Boden oberirdisch mit einander verbunden waren. Die Batterien und der Induktionsapparat befanden sich in einem kleinen, seitlich von dem Versuchsplan gelegenen, gegen Regen geschützten Bretterhäuschen.

Je vier, quer gegen die Längsrichtung der Versuchsstreifen gelegene Parzellen wurden mit einer und derselben Kulturpflanze bestellt, und zwar wurden die Körnerfrüchte, mit Ausnahme des Mais, gedrillt, die übrigen im Quadratverbande angebaut. Bei dem Drillen wurden zuvor Rillen gezogen, in welchen das sorgfältig abgewogene Saatgut so gleichmäßig als möglich vertheilt wurde. Bei Wiederholung des Versuches im

Jahre 1887 wurden dieselben Kulturgewächse wie im Vorjahr angesäet, wobei jedoch ein Wechsel der Parzellen[1]) vorgenommen wurde, derart daß dieselbe Pflanze nicht wieder nach sich selbst gebaut wurde. Die Anordnung der Ansaat ergiebt sich aus folgender Uebersicht:

		Reihenweite (cm).		Saatquantum (gr) pro 4 qm.	
		1886	1887	1886	1887.
gedrillt	Sommerroggen	10	10	40	40
	Sommerraps	25	20	5	5
	Erbsen	25	20	72	90
	Ackerbohnen	25	20	108	182
gedibbelt[2])	Runkelrüben	40 : 40	50 : 50	—	—
	Kohlrüben	40 : 40	50 : 50	—	—
	Kartoffeln	50 : 50	50 : 50	—	—
	Körnermais	—	50 : 50	—	—.

Während der Vegetationszeit wurde durch öfteres Jäten der Boden von allem Unkraut frei gehalten. Die Rüben- und Knollengewächse, sowie der Mais wurden nicht behäufelt, sondern nur behackt. Um das Behäufeln der Kartoffeln überflüssig zu machen, waren die Saatknollen 10 cm tief ausgelegt worden.

Das Vorhandensein und die Stärke der in den betreffenden Feldstreifen vorhandenen galvanischen Ströme wurde mittelst eines kleinen Galvanometers, alle 14 Tage, festgestellt. Der Kupfer-Zinkstrom war sehr schwach und ergab im Maximum nur einen Ausschlag der Magnetnadel von 3—4°. Derjenige der *Meidinger* Batterie war etwas stärker (Max. 12°), jedoch bedeutend schwächer als in den Versuchen vom Jahre 1883. Sobald die Stromstärke sehr herabging, wurden die Elemente, auch jene, welche den Induktionsstrom erzeugten, entleert, gereinigt und von Neuem beschickt.

Um dem Einwande zu begegnen, daß die elektrischen Ströme in den verschiedenen Längsstreifen des Ackerlandes möglicherweise nicht zwischen den eingesenkten Metallplatten, sondern in der Erde nach verschiedenen Richtungen verbreitet wären und somit der Boden der Par-

[1]) Jede Parzelle erhielt eine Düngung von 400 gr Fäkalguano.

[2]) An jeder Pflanzstelle wurden 10 Rübenknäule, 20 Kohlrübensamen und 5 Maiskörner flach untergebracht. Die aufgegangenen Pflanzen wurden weiterhin verzogen, derart daß an jeder Pflanzstelle nur ein Individuum zu stehen kam.

zellen unter mehr oder weniger gleichen elektrischen Einflüssen stände, wurden während der Vegetationszeit innerhalb der Längsstreifen zu wiederholten Malen zwei kleine 1000 qcm große Zinkplatten in verschiedenen Abständen in die Erde gesenkt und in den beide verbindenden Kupferdraht ein Galvanometer eingeschaltet. In jedem Fall ließ sich deutlich das Vorhandensein des Stromes nachweisen, während bei gleicher Manipulation in den die Versuchsreihen von einander trennenden Wegen die Magnetnadel keine Spur von Abweichung zeigte. Den Induktionsstrom anlangend, so war derselbe, wie aus den physiologischen Wirkungen desselben auf den menschlichen Körper geschlossen werden konnte, ziemlich kräftig und konnte in gleicher Weise an allen Stellen des betreffenden Ackerstreifens mittelst jener beiden kleinen Zinkplatten nachgewiesen werden, während er auf den beiderseits gelegenen Wegen fehlte.

Sowohl im Aufgange, als auch in späteren Entwickelungsstadien machten sich nirgends dem Auge wahrnehmbare Unterschiede im Wachsthum der Pflanzen bemerkbar. Bei der Ernte der Pflanzen ergaben sich die aus nachstehenden Tabellen ersichtlichen Resultate:

Sommerroggen.

1886. Saat: 24. April. Ernte: 12. August.

Versuchsanordnung.	Ernte.		
	Körner. gr	Stroh. gr	Spreu. gr
Induktionsstrom	**1133**	2240	83
Strom von 5 *Meidinger* Elementen .	**1086**	2230	72
Kupfer-Zinkstrom	**1009**	2190	61
Ohne Elektrizität	**1078**	2320	87

Sommerraps.

Saat: 27. April. Ernte: 23. August.

Versuchsanordnung.	Körner.	Stroh.	Spreu.
Induktionsstrom	**339,0**	1930	541
Strom von 5 *Meidinger* Elementen .	**300,5**	1940	445
Kupfer-Zinkstrom	**418,0**	2200	521
Ohne Elektrizität	**405,8**	2340	681

Erbsen.

Saat: 24. April. Ernte: 9. August.

Versuchsanordnung.	Körner.	Stroh. Spreu.
Induktionsstrom	**1420**	1520
Strom von 5 *Meidinger* Elementen .	**1570**	1630
Kupfer-Zinkstrom	**1490**	1500
Ohne Elektrizität	**1380**	1420

Ackerbohnen.

Saat: 5. Mai. Ernte: 29. August.

Versuchsanordnung.	Ernte.	
	Körner. gr	Stroh und Spreu. gr
Induktionsstrom	**2040**	3670
Strom von 5 *Meidinger* Elementen	**2410**	4320
Kupfer-Zinkstrom	**2190**	4020
Ohne Elektrizität	**2220**	4000

Kartoffeln.

Saat: 30. April. Ernte: 27. September. Zahl der Pflanzen: je 16.

Versuchsanordnung.	Ernte.		Mittleres Gewicht einer Knolle der Ernte. gr
	Zahl. gr	Gewicht. gr	
Induktionsstrom	181	**6400**	35,3
Strom von 5 *Meidinger* Elementen	163	**4650**	28,5
Kupfer-Zinkstrom	187	**6670**	35,7
Ohne Elektrizität	190	**6620**	34,8

Runkelrüben.

Saat: 30. April. Ernte: 1. Oktober. Zahl der Pflanzen: je 25.

Versuchsanordnung.	Ernte.	
	Wurzeln. gr	Blätter. gr
Induktionsstrom	**23400**	8550
Strom von 5 *Meidinger* Elementen	**24420**	7200
Kupfer-Zinkstrom	**29400**	8650
Ohne Elektrizität	**28100**	9200

Kohlrüben.

Saat: 30. April. Ernte: 1. Oktober. Zahl der Pflanzen: je 25.

Versuchsanordnung	Wurzeln	Blätter
Induktionsstrom	**22250**	5810
Strom von 5 *Meidinger* Elementen	**18080**	5080
Kupfer-Zinkstrom	**20800**	5740
Ohne Elektrizität	**21520**	6350

Sommerroggen.

1887. Saat: 13. April. Ernte: 23. Juli.

Versuchsanordnung.	Ernte. Körner. gr	Stroh. gr	Spreu. gr
Induktionsstrom	933,0	2290	54,5
Strom von 4 *Meidinger* Elementen	879,0	2140	58,5
Kupfer-Zinkstrom	838,5	2270	53,0
Ohne Elektrizität	948,4	2340	72,0

Sommerraps.

Saat: 13. April. Ernte: 8. August.

Versuchsanordnung.	Körner. gr	Stroh. gr	Spreu. gr
Induktionsstrom	775,0	2820	179,5
Strom von 4 *Meidinger* Elementen	755,0	2570	194,4
Kupfer-Zinkstrom	761,6	2480	325,0
Ohne Elektrizität	773,0	2640	250,7

Erbsen.

Saat: 13. April. Ernte: 29. Juli.

Versuchsanordnung.	Körner. gr	Stroh. gr	Spreu. gr
Induktionsstrom	548	1020	264,8
Strom von 4 *Meidinger* Elementen	588	1120	232,0
Kupfer-Zinkstrom	571	1050	189,0
Ohne Elektrizität	592	1130	202,0

Ackerbohnen.

Saat: 13. April. Ernte: 13. August.

Versuchsanordnung.	Ernte. Körner. gr	Stroh. gr	Spreu. gr
Induktionsstrom	696,5	1570	614,8
Strom von 4 *Meidinger* Elementen	607,0	1810	490,0
Kupfer-Zinkstrom	465,0	1380	497,0
Ohne Elektrizität	584,2	1330	602,7

Körnermais.

Saat: 8. Mai. Ernte: 6. Oktober. Zahl der Pflanzen: je 16.

Versuchsanordnung.	Zahl der geernteten Kolben.	Ernte. Körner. gr	Stroh. gr	Spreu incl. Kolbenstroh. gr
Induktionsstrom	44	1962,8	5770	2171
Strom von 4 *Meidinger* Elementen	36	1923,6	4270	1844
Kupfer-Zinkstrom	42	2072,9	5120	1733
Ohne Elektrizität	37	1913,6	3936	1722

Kartoffeln.

Saat: 22 April. Ernte: 26. September.
Zahl der Pflanzen: je 16.

Versuchsanordnung.	Ernte.		Gewicht einer Knolle der Ernte im Durchschnitt.
	Zahl.	Gewicht. gr	gr
Induktionsstrom	202	**8350**	41,3
Strom von 4 *Meidinger* Elementen .	193	**8190**	42,4
Kupfer-Zinkstrom	234	**8920**	38,1
Ohne Elektrizität	241	**8410**	34,9

Runkelrüben.

Saat: 22. April. Ernte: 1. Oktober.
Zahl der Pflanzen: je 16.

Versuchsanordnung.	Ernte.	
	Wurzeln. gr	Blätter. gr
Induktionsstrom	**19640**	7260
Strom von 4 *Meidinger* Elementen .	**17650**	5750
Kupfer-Zinkstrom	**16320**	7120
Ohne Elektrizität	**18900**	6600

Kohlrüben.

Saat: 22. April. Ernte: 1. Oktober.
Zahl der Pflanzen: je 16.

Versuchsanordnung.	Wurzeln. gr	Blätter. gr
Induktionsstrom	**17850**	5700
Strom von 4 *Meidinger* Elementen .	**18270**	5010
Kupfer-Zinkstrom	**19660**	5960
Ohne Elektrizität	**18460**	5660

Diese Zahlen lassen erkennen, daß **die Elektrizität, als galvanischer Strom von verschiedener Stärke oder als Induktionsstrom durch die Ackererde geleitet, im Allgemeinen keinen oder einen schädigenden Einfluß auf das Produktionsvermögen der Pflanzen ausgeübt hat.** Die hervorgetretenen Abweichungen in einzelnen Versuchen ändern hieran nichts, weil sie an sich geringfügig und praktisch bedeutungslos sind und meist innerhalb der, selbst bei sorgfältigster Ausführung der Versuche nicht zu vermeidenden Fehlergrenzen liegen. Will man dieselben dennoch gelten lassen, so hat in der Mehrzahl der Fälle die Elektrizität entweder keinen oder einen

deprimirenden Einfluß auf die Erträge ausgeübt. Nur in einigen Versuchen ist das Umgekehrte, vornehmlich nur bei Anwendung des Kupfer-Zinkstromes, beobachtet worden; unter solchen Umständen war indessen die Steigerung der Ernten nur eine geringe und beträchtlich kleiner als in den diesbezüglichen Versuchen von *Holdefleiß* und *Märcker*.

Fragt man sich, welche Thatsachen die moderne Physiologie in Bezug auf den in Rede stehenden Gegenstand zu Tage gefördert hat, so gelangt man sehr bald zu dem Schluß, daß man absolut nichts davon weiß, ob die elektrischen Veränderungen des Bodens und der Luft einen Einfluß auf die Assimilation, den Stoffwechsel, die Stoffwanderung, die Gestaltungsvorgänge u. s. w. geltend machen. Was sich als wissenschaftlicher Gewinn aus den vorliegenden Versuchen über den Einfluß elektromotorischer Kräfte auf die Bewegungen des Protoplasmas abstrahiren läßt, ist ungefähr Folgendes[1]: „Wie bei der Wärme und dem Lichte muß auch bei den elektrischen Einwirkungen zuerst eine bestimmte, noch nicht näher bekannte Grenze der wirksamen Kraft überschritten werden, bevor überhaupt irgend ein Effekt sich bemerklich macht; bei einer gewissen Energie der Einwirkung treten vorübergehende Starrezustände auf, aus welchen das Organ später wieder in seinen normalen, beweglichen Zustand zurückkehren kann, elektromotorische Kräfte von wenig höher liegendem Werth bewirken endlich auch hier den Tod. Die bisher angewandten elektrischen Einwirkungen sind als solche dem gewohnten Lebenslauf der Pflanze fremd und es erscheint daher natürlich, daß ihr Effekt auf das Protoplasma und die beweglichen Gewebemassen mehr den Eindruck bloßer Störung als den einer Förderung der Lebensvorgänge hervorruft."

Die nachtheiligen Wirkungen, wie solche vielfach bei Anwendung des Induktionsstromes, der elektrischen Batterie und eines Kupfer-Zinkstromes in vorliegenden Versuchen hervorgetreten sind, dürften nach dem Vorstehenden auf Störungen in den Bewegungen des Protoplasmas zurückgeführt werden können, zumal angenommen werden kann, daß die Säfte, welche die ganze Pflanze erfüllen, die in dem feuchten Erdreich vorhandenen Ströme gut fortleiten. Es gewinnt ferner nach den mitgetheilten physiologischen Forschungsresultaten den Anschein, als ob die in

[1]) *Jul. Sachs.* Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen. 1865. S. 74 u. ff.



einzelnen Fällen, besonders mittelst des schwachen Kupfer-Zinkstromes erzielten günstigen Resultate mehr auf Ungleichheiten in den Fruchtbarkeitsverhältnissen des Bodens der betreffenden Parzellen als auf eine Wirkung der Elektrizität zurückzuführen seien. Dafür spricht übrigens auch der Umstand, daß der schwache Strom in der Mehrzahl der Fälle keinen oder einen vermindernden Einfluß auf das Erträgniß ausgeübt hatte.

Wenn sonach nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse hinsichtlich des direkten Einflusses der Elektrizität auf das Pflanzenwachsthum kein günstiges Resultat erwartet werden kann, so bliebe immerhin die Frage zu erörtern, ob nicht eine indirekte Wirkung sich dadurch geltend machen könne, daß bei Anwendung der Elektrizität in der beschriebenen Weise chemische Veränderungen in der Ackererde hervorgerufen werden, welche die Bildung einer mehr oder weniger großen Menge von löslichen Pflanzennährstoffen zur Folge haben. Dieser vielfach geäußerten Anschauung könnten die von *J. Fichtner* und *Söhne* ermittelten diesbezüglichen Daten (S. 90) zur Stütze dienen, wenn ein einzelner Versuch, ohne Berücksichtigung der Nebenumstände, überhaupt maßgebend wäre. Da dies von wissenschaftlichem Standpunkt indessen nicht gerechtfertigt erscheint, so hat Referent sich veranlaßt gesehen, die vorliegende Frage einer besonderen experimentellen Prüfung zu unterziehen, indem er versuchte, den Einfluß des elektrischen Stromes einerseits auf die Zersetzung der organischen Substanzen, andererseits auf die Löslichmachung der Mineralstoffe des Bodens festzustellen.

Im ersteren Fall wurde, wie folgt, verfahren. Die mit gleichen Flüssigkeitsmengen imprägnirten Böden oder künstlich hergestellten Bodengemische wurden in U förmige Glasröhren von 3,5 cm Durchmesser und ca. 700 ccm Inhalt gefüllt, deren Enden durch doppelt durchbohrte Kautschukpfropfen verschlossen waren. Durch die eine Durchbohrung führte eine knieförmig gebogene Glasröhre, durch die andere ein mit einer Klemmschraube versehener Kupferdraht, der sich in Federform in die U förmige Röhre fortsetzte und in eine runde Metallplatte von 3 cm Durchmesser endigte, welche sich fest an die Oberfläche des Versuchsbodens anpreßte. Die beiden Klemmschrauben dienten zur Aufnahme von übersponnenen Kupferdrähten, welche mit den Polen einer elektrischen Batterie oder eines Induktionsapparates in leitende Verbindung gesetzt waren.



Die Röhren, in welchen sich der Versuchsboden befand, standen aufrecht nebeneinander in einem Zinkkasten, der bis zum Rande mit Wasser gefüllt war, dessen Temperatur mittelst eines *Soxhlet*'schen Thermostaten konstant auf 30° C. erhalten wurde. Von den beiden aus jedem Bodengefäß ausmündenden Glasröhren wurde die eine durch einen Gummischlauch mit einer nach Art der Spritzflaschen konstruirten und auf ein Viertel mit konzentrirter Schwefelsäure gefüllten Flasche, die andere auf gleiche Weise mit einer mit Natronkalk gefüllten Uförmigen Röhre verbunden. Zwischen der mit Schwefelsäure gefüllten Flasche und dem zum Auspumpen der Luft bestimmten Aspirator wurde eine *Pettenkofer*'sche mit Barytlösung beschickte Absorptionsröhre eingeschaltet. Zwischen den einzelnen, in ganz gleichen Zeitintervallen (24 Stunden) angestellten Versuchen verblieben die Bodengefäße in dem Zinkkasten Tag und Nacht bei gleicher Temperatur und wurden, um das Austreten von Kohlensäure zu verhüten, dadurch hermetisch verschlossen, daß die an die beiden knieförmigen Ausmündungsröhren angebrachten Gummischläuche, nach Entfernung der mit Natronkalk und Schwefelsäure versehenen Gefäße, durch Glasstäbchen verschlossen wurden.

Die Versuchsanordnung bot den Vortheil, daß alle Faktoren, welche auf die Zersetzung der organischen Substanzen von Einfluß sind, wie Temperatur, Wassergehalt, Bodenbeschaffenheit u. s. w. während der ganzen Versuchsdauer auf gleicher Höhe gehalten werden konnten. Bei der Gleichheit sämmtlicher äußerer Faktoren konnte sonach aus der Menge der entwickelten Kohlensäure die Intensität des Zersetzungsprozesses ermessen werden. Mit Zu- und Abnahme des letzteren mußte bei der gewählten Versuchsanordnung eine entsprechende Vermehrung resp. Verminderung der Kohlensäuremenge in die Erscheinung treten.

Behufs Entfernung der Luft aus den Leitungen wurde zu Anfang eines jeden Versuchs $^1/_2$ Liter Luft ausgepumpt, hierauf die mit Barytlösung gefüllte Absorptionsröhre eingeschaltet und die Bodenluft in einer Menge von 2 L. in linsengroßen Blasen während eines Zeitraumes von 2 Stunden durchgesaugt.

Die zur Bindung der Kohlensäure bestimmte Barytlösung war nach der *v. Pettenkofer* gegebenen Vorschrift durch Auflösen von Barythydrat in destillirtem Wasser unter Zusatz von Baryumchlorid hergestellt und

der Titer der Lösung so gewählt worden, daß 30 ccm derselben von ca. 20 ccm einer Lösung von vierfach oxalsaurem Kali neutralisirt wurde, welche in 1000 ccm 3,85 gr dieses Salzes enthielt. 1 ccm dieser Flüssigkeit entspricht genau 1 mg Kohlensäure.

Nachdem die Luft in der angegebenen Menge die Barytlösung passirt hatte, wurde die Absorptionsröhre außer Verbindung mit dem Aspirator und dem Schwefelsäuregefäß gebracht und die in ihr enthaltene Flüssigkeit in eine kleine Flasche von ca. 250 ccm Inhalt geschüttet, welche, gut verschlossen, an einem ruhigen und kühlen Orte so lange aufbewahrt wurde, bis das Barymkarbonat sich vollständig zu Boden gesetzt hatte. War dies geschehen, so wurden 30 ccm der klaren Flüssigkeit mittelst einer Pipette abgenommen, in ein Kölbchen verbracht und titrirt, wobei eine alkoholische Lösung von Rosolsäure als Indikator diente.

Der Barometerstand wurde an einem *Greiner*'schen Heberbarometer, die Temperatur im Wasser der Aspiratoren abgelesen. Die Kohlensäuremengen wurden in allen Versuchen auf 1000 Vol. Luft bei 0^0 und 760 mm Barometerstand mit Hilfe der Tabellen von *A. Baumann*[1]) berechnet.

Versuch I. (1887.)

Gemisch von 450 gr Quarzsand, 2 gr Pferdedüngerpulver und 60 gr dest. Wasser.

Datum.	Vol. Kohlensäure in 1000 Vol. Bodenluft.			
	Induktionsstrom (2 Elemente).	2 *Meidinger* Elemente.	1 *Meidinger* Element.	Ohne Elektrizität.
19. Januar	11,58	11,18	11,51	12,84
20. "	11,04	12,14	12,22	11,33
21. "	13,08	13,08	13,91	13,93
22. "	12,59	14,21	15,21	15,23
24. "	17,56	17,86	17,16	19,00
26. "	14,94	16,10	16,02	16,43
27. "	10,69	8,60	10,26	11,19
28. "	9,26	9,27	9,35	10,10
29. "	8,33	8,90	8,99	9,92
Mittel: . . .	12,12	12,37	12,74	13,33

[1]) *A. Baumann.* Tafeln zur Gasometrie. München. 1885. M. Rieger.



Versuch II. (1887.)

Gemisch von 450 gr Quarzsand, 2 gr Winterroggenstroh (gepulvert) u. 60 gr Wasser.

Datum.	Vol. Kohlensäure in 1000 Vol. Bodenluft.			
	Induktionsstrom (2 Elemente).	2 *Meidinger* Elemente.	1 *Meidinger* Element.	Ohne Elektrizität.
31. Januar	12,74	14,07	11,87	13,40
1. Februar	12,32	12,44	12,93	12,83
2. „	8,49	8,32	8,32	8,32
3. „	6,64	6,07	6,66	5,74
4. „	5,97	4,65	6,04	6,06
5. „	6,08	4,77	5,01	5,35
6. „	5,49	4,00	5,42	4,68
7. „	4,61	3,54	4,56	4,20
Mittel: . . .	**7,79**	**7,23**	**7,60**	**7,57**

Versuch III. (1887.)

Gemisch von 450 gr Quarzsand, 2 gr Oldenburger Torf (gepulvert) u. 60 gr dest. Wasser.

Datum.	Induktionsstrom (2 Elemente).	2 *Meidinger* Elemente.	1 *Meidinger* Element.	Ohne Elektrizität.
10. Februar	4,48	5,07	4,73	4,48
11. „	3,06	2,23	2,40	2,48
12. „	2,34	2,09	2,34	2,10
13. „	1,99	1,74	1,58	1,66
14. „	1,66	1,49	1,33	1,67
15. „	1,57	1,49	1,82	1,75
16. „	1,51	1,58	1,74	2,32
17. „	1,90	1,65	1,98	1,57
Mittel: . . .	**2,31**	**2,17**	**2,24**	**2,25**

Versuch IV. (1887.)

250 gr Ackererde (Humoser Kalksand) u. 80 gr Wasser.

Datum.	Vol. Kohlensäure in 1000 Vol. Bodenluft.			
	Induktionsstrom (3 Elemente).	3 *Meidinger* Elemente.	1 *Meidinger* Element.	Ohne Elektrizität.
23. März	29,20	30,01	31,74	31,27
24. „	24,00	23,76	24,52	24,58
25. „	14,20	14,16	15,87	15,28
26. „	12,37	12,64	15,11	14,54
27. „	15,13	10,87	12,58	11,02
28. „	12,83	9,08	11,11	10,27
29. „	6,91	7,93	9,20	9,20
30. „	10,20	6,44	8,03	8,20
Mittel: . . .	**15,60**	**14,36**	**15,89**	**15,54**

Versuch V. (1887.)

Gemisch von 450 gr Quarzsand, 2 gr Pferdedüngerpulver u. 60 gr dest. Wasser.

Datum.	Vol. Kohlensäure in 1000 Vol. Bodenluft.		
	Induktionsstrom (5 Elemente).	5 *Meidinger* Elemente.	Ohne Elektrizität.
19. Februar	10,47	13,65	10,05
20. „	10,98	12,14	11,65
21. „	11,26	13,37	11,04
22. „	12,67	13,93	10,54
23. „	12,46	13,29	12,15
24. „	12,81	12,66	12,59
25. „	12,72	12,39	11,91
26. „	11,72	12,22	11,38
Mittel:	**11,89**	**12,96**	**11,41**

Versuch VI. (1887.)

250 gr Ackererde (Humoser Kalksand) u. 50 gr dest. Wasser.

Datum.	Induktionsstrom (5 Elemente).	5 *Meidinger* Elemente.	Ohne Elektrizität.
1. März	20,14	26,90	27,50
2. „	16,49	15,20	16,60
3. „	10,27	12,48	12,48
4. „	11,89	11,90	12,23
5. „	8,33	8,51	9,43
6. „	9,02	7,61	7,70
7. „	7,51	6,67	7,09
8. „	6,92	5,76	6,60
Mittel:	**11,32**	**11,88**	**12,45**

Versuch VII. (1887.)

Gemisch von 450 gr Quarzsand, 2 gr Winterroggenstroh (gepulvert) u. 60 gr dest. Wasser.

Datum.	Induktionsstrom (5 Elemente).	5 *Meidinger* Elemente.	Ohne Elektrizität.
10. März	9,63	13,85	11,26
11. „	11,16	12,24	13,28
12. „	6,59	6,63	7,09
13. „	4,07	5,02	5,01
14. „	4,22	5,08	5,15
15. „	3,61	4,62	4,72
16. „	4,30	4,30	3,55
17. „	3,37	4,13	3,45
Mittel:	**5,89**	**6,98**	**6,69**

Diese Zahlen zeigen mit großer Uebereinstimmung, daß die Zersetzung der organischen Substanzen weder durch einen Induktionsstrom, noch durch einen galvanischen Strom von verschiedener Stärke beeinflußt wird. Wäre dies der Fall, so hätten die Kohlensäuremengen, welche in der Bodenluft unter übrigens gleichen Verhältnissen erhalten waren, Unterschiede aufweisen müssen. Letztere fielen indessen so gering aus, daß die Resultate der Versuche als übereinstimmend betrachtet werden müssen.

Was die zweite Frage, nämlich den Einfluß des elektrischen Stromes auf die Löslichmachung ungelöster Mineralstoffe des Bodens, betrifft, so ist vorerst besonders hervorzuheben, daß die Resultate diesbezüglicher Untersuchungen insofern mit großer Vorsicht aufzunehmen sind, als selbst bei Anwendung größerer Quantitäten von Erde die Menge der löslichen Mineralstoffe eine derart geringe ist, daß die bestehenden Differenzen, auch bei sorgfältigster Ausführung der Analyse, nicht mit wünschenswerther Schärfe hervortreten. Von diesem Gesichtspunkte aus sind auch die folgenden Daten zu betrachten, welche in nachstehend beschriebener Weise ermittelt wurden.

Stark durchfeuchtete und gut gemischte Gartenerde wurde in zwei Theile von 2,5 kg getheilt und jeder derselben in einen Glaszylinder gebracht, dessen Boden in der Mitte mit einem Loch versehen war. In dem einen Gefäß wurde der Boden mit einem Zinkblech belegt, von welchem ein angelötheter Kupferdraht durch die Oeffnung nach Außen führte; in gleicher Weise wurde auf der Oberfläche des Erdreichs ein Zinkblech angebracht. In den beide Zinkplatten verbindenden Kupferdraht wurde ein *Meidinger* Element eingeschaltet. Beide Glaszylinder blieben, mit einem Pappdeckel bedeckt, 3 Monate in einem mäßig warmen Raum stehen. Nach dieser Zeit wurde aus jedem Gefäß eine Mittelprobe von 500 gr Gewicht entnommen, in je einen großen Kolben gebracht, mit 2 L. dest. Wasser übergossen und 8 Tage stehen gelassen. In dem zum Theil eingedampften Filtrat wurden die löslichen Mineralstoffe nach den gewöhnlichen Methoden, die Salpetersäure nach dem Verfahren von *Kjeldahl* ermittelt. Das Resultat war folgendes:

	In 1000 Theilen trockenen Bodens waren löslich:			
	Kali.	Ammoniak.	Phosphorsäure.	Salpetersäure.
Elektrisirt	0,040	0,006	0,008	0,088
Nicht elektrisirt	0,035	0,010	0,015	0,077.

Sowohl die absoluten Mengen, als auch die Unterschiede in den Quantitäten von löslichen Nährstoffen sind so gering, daß es inopportun erscheint, aus den ermittelten Daten eine Schlußfolgerung abzuleiten. Um hierin sicher zu gehen, wäre es nothwendig, mit sehr großen Erdmengen zu operiren. Hierbei müßte aber in Betracht gezogen werden, daß die betreffenden Resultate nur dann auf die Verhältnisse im Großen übertragbar sind, wenn die elektrischen Ströme, welche in derartigen Versuchen in Anwendung kommen, dieselbe Stärke besitzen, wie die in den Kulturversuchen benutzten[1]). Es dürften daher nur ganz schwache Ströme verwendet werden, weil, wie oben gezeigt, elektromotorische Kräfte von wenig höher liegendem Werth das Produktionsvermögen der Pflanzen in nachtheiliger Weise beeinflussen. Berücksichtigt man aber, daß schwache Ströme auf die Zersetzung der Mineralstoffe im Boden nur eine geringe Wirkung ausüben können, so wird man a priori von dem in Rede stehenden indirekten Einfluß der Elektrizität auf die Pflanzen keine besonders günstige Vorstellung gewinnen, ganz abgesehen davon, daß bis jetzt noch keine zuverlässigen Resultate darüber vorliegen, ob der elektrische Strom überhaupt eine Lösung ungelöster Mineralstoffe im Boden herbeizuführen im Stande sei.

Letztere Frage, als eine zur Zeit noch offene, unberücksichtigt lassend, läßt sich aus vorliegenden Versuchen in Bezug auf die direkten Wirkungen der Elektrizität auf die Höhe des Erträgnisses mit ziemlicher Gewißheit im Endresultat die Schlußfolgerung ableiten, daß durch die Erde geleitete Induktions- und galvanische Ströme selbst bei geringer Intensität eher einen nachtheiligen als nützlichen Einfluß auf das Produktionsvermögen der Pflanzen ausüben, und daß selbst im günstigsten Falle, nämlich dann, wenn bei einer gewissen minimalen Stärke der elektrischen Ströme sich

[1]) In den obigen Versuchen über die Zersetzung der Mineralstoffe war der elektrische Strom sehr stark, indem derselbe die Magnetnadel am Galvanometer rechtwinklig ablenkte.



durch weitere Versuche ein günstiger Einfluß der bezeichneten Richtung herausstellen sollte, die sogen. Elektrokultur kaum eine praktische Anwendung finden dürfte, weil, wie auf Grund der bisher gewonnenen Thatsachen angenommen werden darf, der Abstand zwischen den Punkten einer schädlichen und einer etwaigen nützlichen Wirkung so klein zu sein scheint, daß eine Regulirung der Elektrizität in wünschenswerther Weise nicht durchführbar, oder doch mit den größten Schwierigkeiten verknüpft ist.

Neue Litteratur.

M. Kreusler. **Beobachtungen über die Kohlensäure-Aufnahme und -Ausgabe** (Assimilation und Athmung) **der Pflanzen.** III. Mittheilung. Einfluß der Temperatur; untere Grenze der Wirkung. Landwirthschaftliche Jahrbücher. Bd. XVII, 1888, Heft 1, S. 161—175.

Die früheren Untersuchungen[1]) hatten zu der Vermuthung geführt, daß der erste Beginn der Assimilation und Athmung unterhalb des Nullpunkts der Thermometerskala zu suchen sein dürfte. Diese Voraussicht bestätigte sich bei den geprüften Objekten als allgemeine Regel. Zu den Versuchen dienten Sprosse der Brombeere, Bohne, Ricinus, Kirschlorbeer. Die Kohlensäuregabe ward wie früher zu 0,3 Volumprozenten bemessen, überhaupt war die Versuchsanordnung wie in den früheren Versuchen. Die beabsichtigten niederen Temperaturen wurden durch Kochsalzwasser und Eis hergestellt.

1. Rubus fruticosus, in der Verholzung begriffen, ohne Blüthen und Früchte. Zur Verwendung kam nur der mittlere Theil mit voll entfalteten Blättern (7) von ziemlich derber Textur. Eingesetzt am 8. August.

Die Blätter haben während 1 Belichtungsstunde

	bei einer Temperatur von				
	20°	10°	5°	-0,05°	-2,70°
Kohlensäure (mg) aus der Luft absorbirt	61,7	39,4	17,2	?	?
im Ganzen verbraucht	65,1	40,9	18,3	(73)	(00)
pro 1 qdm Blattfläche berechnet					
aus der Luft absorbirt	12,2	7,8	3,4	?	?
im Ganzen verbraucht	12,9	8,1	3,6	(1,4)	(0,0).

2. Rubus, eingesetzt am 21. August; Charakter ähnlich dem vorigen.

Die Blätter haben während 1 Belichtungsstunde

	bei einer Temperatur von		
	—0,06°	—1,1°	—2,4°
Kohlensäure (mg) aus der Luft absorbirt	4,6	4,5	1,75
im Ganzen verbraucht	5,6	5,4	2,60
pro 1 qdm Blattfläche berechnet			
aus der Luft absorbirt	1,08	1,05	0,41
im Ganzen verbraucht	1,31	1,26	0,61.

3. Phaseolus vulgaris. Es werden 6 gut entwickelte Blätter ausgesucht, deren jedes mit seinem Stiel in ein besonderes Röhrchen mit wenig Wasser zu stehen kommt.

[1]) Diese Zeitschrift Bd. X. 408.

Versuch 1, am 29. August. —0,95° C.

	Kohlensäure. mg.
Gewinn durch Athmung während 6 Stunden Verdunkelung	9,2
Gewinn während 2 Stunden Verdunkelung demnach	3,1
Gewinn während 1 Stunde Belichtung + 1 Stunde Verdunkelung .	0,4
Verbrauch während 1 Belichtungsstunde	2,7
pro 1 qdm Blattfläche	0,39.

4. Ricinus communis. Ein Blatt mittleren Entwickelungszustandes wird am 30. August verwendet. Dasselbe hat während 1 Belichtungsstunde

	bei 20°	+0,01°	—0,62°
Kohlensäure (mg) aus der Luft absorbirt	33,4	1,7	1,9
im Ganzen verbraucht	37,8	2,5	3,0
pro 1 qdm Blattfläche aus der Luft absorbirt	8,3	0,42	0,47
im Ganzen verbraucht	9,4	0,62	0,74.

5. Prunus Laurocerasus.

Die Blätter haben während 1 Belichtungsstunde Kohlensäure (mg)

	bei 20°	+0,07°	—0,07°	—2,17°
aus der Luft absorbirt	45,9	10,15	11,0	2,7
im Ganzen verbraucht	51,7	10,70	12,0	3,7
pro 1 qdm Blattfläche aus der Luft absorbirt	4,70	1,04	1,13	0,28
im Ganzen verbraucht	5,29	1,10	1,23	6,38.

Sämmtliche Objekte gaben also bei und selbst unterhalb 0° deutlich Kohlensäureausgabe und Verbrauch, so z. B. Ricinus noch bei —2,4°, Phaseolus bei —0,9°, Ricinus bei —0,3°, Prunus Laurocerasus bei —2,2°, ohne daß mit diesen Temperaturen die unterste Grenze erreicht schien. Bei 0° überwogen durchgehends, bei tieferen Temperaturen meistens die am Licht verbrauchten Kohlensäuremengen die bezüglichen Beträge der bei Verdunkelung für die nämliche Zeitdauer nachzuweisenden Athmung. Der Kohlensäureverbrauch bei 0° war sogar ziemlich erheblich, z. B. beim Kirschlorbeer wohl 8 pCt. des denkbaren Optimums. — Die Funktionen des Athmens und Assimilirens werden vermuthlich erst mit den Bedingungen jeder Lebensäußerung überhaupt sistirt. *C. K.*

H. Rodewald. **Quantitative Untersuchungen über die Wärme- und Kohlensäure-Abgabe athmender Pflanzentheile.** Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XVIII (1887), Heft 3, S. 263—345.

Zur Feststellung der bei der Athmung erzeugten Wärmequantitäten schlug Verf. den Weg ein, daß er die Pflanzensubstanz selbst als calorimetrische Masse betrachtete, deren Erwärmung und ebenso die mit der Zeit erfolgende Wärmeableitung bestimmt werden mußte, um, bei bekannter spezifischer Wärme der Pflanzensubstanz, aus diesen Daten die Wärmeproduktion berechnen zu können. Da die Wärmeabgabe einer Pflanze außer von der Zeit und der Temperaturdifferenz zwischen Pflanze und Umgebung auch noch von der Gestalt und Oberflächenbeschaffenheit der Pflanzen und anderen Umständen abhängt, ist die Methode nur einer beschränkten Anwendung fähig, das Ableitungsgesetz muß für

jedes Objekt eigens empirisch bestimmt werden. Da es sich um so einfacher gestaltet, je mehr sich die Form des Objekts der Kugelgestalt nähert, verwendete er zunächst athmende Knollen und Zwiebeln, sowie reifende Früchte für den Versuch. — Neben den Wärmemessungen fanden Bestimmungen der ausgeschiedenen Kohlensäuremengen statt.

Der Beschreibung und näheren theoretischen und experimentellen Begründung und Anwendung dieser Methode ist der größere Theil der Abhandlung gewidmet. Wir müssen diesbezüglich auf das Original verweisen. Ausgeführt wurden 8 Versuchsreihen:

1. Ein Apfel von 58,5 gr Gewicht produzirte pro Stunde zwischen 5,285 und 6,691 Cal. Kohlensäureabgabe pro Stunde 0,00249 gr.
2. Bei einem Apfel von 52,4 gr Gewicht waren die Zahlen 5,395 Cal. und 0,00246 gr.
3. Bei einem Apfel von 42,45 gr 6,052 (6,259) Cal. und 0,00239 gr.
4. Bei einem Apfel von 49,73 gr zwischen 7,419 u. 7,918 Cal. u. 0,00284 gr.
5. Bei einem Apfel von 58,07 gr 4,231 (4,301) Cal. u. 0,00159 gr.
6. Bei einem Apfel von 57,93 gr zwischen 4,964 u. 5,176 Cal. u. 0,00173 gr.
7. Bei einem Apfel von 43,02 gr 3,700 (3,218) Cal. u. 0,00146 gr.
8. Bei einem Apfel von 43,39 gr zwischen 4,474 u. 5,545 Cal. u. 0,00234 gr.

Die Wärmeabgabe eines Pflanzentheils ist bei gleichbleibenden äußeren Bedingungen der Zeit und der Temperaturdifferenz zwischen Objekt und Umgebung proportional. Da sich die Temperaturdifferenz zwischen Objekt und Umgebung unter gleichbleibenden äußeren Umständen stundenlang konstant halten läßt, muß auch die Wärmeentwickelung und Wasserverdunstung der Zeit proportional erfolgen, womit die in den theoretischen Grundlagen der Methode gemachten Voraussetzungen experimentell bestätigt sind, die produzirte Wärmemenge also nach den betreffenden Gleichungen berechnet werden kann.

Unter der Annahme, daß die Aepfel Stärke verathmet haben, würde sich folgendes ergeben:

Nro. des Versuchs.	Dauer der Wärmemessungen in St.	Gemessene Wärme pro St. Cal.	Produzirte Kohlensäure gr.	Aus der Kohlensäure berechnete Wärme pro St. Cal.	Gewicht des Versuchsapfels u. Versuchstemp.	Gemessene Wärme in Proz. der berechnet.
1	5 1 3 1½	6,7 6,0 5,8 5,3	0,0797	6,3	58,5 gr 17,3°	98,4
2	4 4	4,5 5,4	0,1183	6,2	42,4 gr 20,5°	80,6
3	3 6	6,1 6,3	0,1102	6,1	42,5 gr 20,2°	101,7
4	1¾ 1 1 6	7,4 7,7 7,9 7,9	0,1392	7,2	49,7 gr 19,5°	109,7
5	3 2	4,2 4,3	0,0765	4,0	58,1 gr 17,5°	105,0

Nro. des Versuchs.	Dauer der Wärmemessungen in St.	Gemessene Wärme pro St. Cal.	Produzirte Kohlensäure gr.	Aus der Kohlensäure berechnete Wärme pro St. Cal.	Gewicht des Versuchsapfels u. Versuchstemp.	Gemessene Wärme in Proz. der berechnet.
6	6	5,0	0,0800	4,4	60,8 gr 18,2°	113,4
	1	5,2				
	1½	5,1				
7	3	3,2	0,0702	3,7	43,0 gr 16,8°	94,6
	6½	3,7				
8	1	4,5	0,1102	5,9	43,4 gr 17,5°	89,8.
	3½	5,5				
	1½	5,5				

Die Abweichungen der gemessenen von der berechneten Wärme übersteigen oft erheblich die Fehlersumme der Messungen. Sie können entweder daher rühren, daß außer Stärke noch anderes Material verathmet wurde oder daß die Wärmeentwickelung der Kohlensäureentbindung nicht proportional war. Verf. hält die letztere Annahme für die richtige. Berechnet man den Durchschnitt aus sämmtlichen Versuchen, so beträgt die gemessene Wärme 99,2% der berechneten, kommt ihr also so nahe, als es die Methode gestattet. Für längere Zeiträume wird man die Wärmeentwickelung aus der Kohlensäureabgabe berechnen können, für kürzere wird es vielleicht genauer sein, den aufgenommenen Sauerstoff der Wärmeberechnung zu Grunde zu legen. — Diese Versuche beweisen, daß die im Athmungsprozesse freiwerdende Energie zum größten Theil in Gestalt von Wärme und äußerer Arbeit (hier Wasserverdunstung) abgegeben wird. Es stimmt dies mit den in der Physiologie gewöhnlich gemachten Voraussetzungen überein. Ob nicht unter Umständen doch eine Aufspeicherung von Energie stattfindet, ist durch diese Versuche nicht entschieden, da hiezu neben der Kohlensäureabgabe die Sauerstoffaufnahme bestimmt werden muß. *C. K.*

***G. Krabbe.* Ein Beitrag zur Kenntniß der Struktur und des Wachsthums vegetabilischer Zellhäute.** Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XVIII (1887), Heft 3, S. 346—423.

In der Einleitung erörtert der Verf., daß über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der Intussusceptions- und Appositionstheorie zwar viel gestritten würde, daß es aber vorzuziehen sei, erst mehr thatsächliches Material zur Beurtheilung beizubringen. Denn auch jene Erscheinungen, welche als entscheidend zu Gunsten der Apposition gedeutet werden, lassen immer noch eine verschiedene Auslegung zu. Verf. steht demnach auf dem Standpunkte von *Nägeli*, welcher schon vor langer Zeit äußerte: „es mangle zur Darstellung der Wachsthumsursachen der Zellmembranen die Kenntniß der wichtigsten Thatsachen“.

1. Ueber die Spiralstreifung der Bastfasern. Um zu entscheiden, ob die Kreuzung von Streifen, welche man auf der Flächenansicht einer Zellmembran wahrnimmt, von verschiedenen Streifensystemen in derselben Schichte oder von je einer mit entgegengesetzter Richtung in übereinanderliegenden Schichten der Zellmembran rührt, verweist Verf. auf die Betrachtung des Querschnitts, auf welchem die Grenzflächen der Spiralschichten als mehr oder weniger radial verlaufende Streifen erkennbar werden. Diese zeigen aber, wie an einem Schema

erläutert ist, bei Aenderung des Niveaus der Einstellung ganz verschiedene Erscheinungen, je nachdem der erst- oder zweiterwähnte Fall vorhanden ist. Diese Erscheinungen sind so charakteristisch, daß die angedeutete Frage mit Sicherheit entschieden werden kann. Ein Querschnitt durch eine Zellwand mit spiralig gestreifter Membran scheint sich wie ein Rädchen im Kreise zu drehen, während bei Doppelstreifungen in der nämlichen Zellhautschichte ganz andere Bewegungen dieser Streifen stattzufinden scheinen. — Die Untersuchungen führten zur Bestätigung der *Dippel*'schen Ansicht, daß überall, wo zwei Streifensysteme vorhanden sind, diese auch verschiedenen Schichten angehören, daß eine Kreuzung in derselben Schichte nicht stattfindet.

2. Ueber die Dickenzunahme der Membranen verschiedener Bastzellen, besonders derjenigen von Apocyneen und Asclepiadeen. Die erste wahrnehmbare Verdickung der ursprünglichen Zellmembran ist als eine Neubildung von Seite des Protoplasmas aufzufassen. Dasselbe scheidet an seiner Oberfläche eine neue Membran aus, welche sich von innen an die primäre Zellwand anlegt. Es gelingt anfänglich nachzuweisen, daß das neue dünne Cellulosehäutchen im losen Zusammenhange mit der primären Zellhaut steht und sich davon z. B. durch wasserentziehende Mittel ablösen läßt. Die neue Membran ist nicht nur gegenüber den primären Zellhäuten, sondern auch gegenüber dem Protoplasma scharf abgegrenzt, die Oberfläche vollkommen glatt und frei von Mikrosomen u. drgl. Was für die erste Schichte gilt, gilt auch für die folgenden, auch diese werden vom Protoplasma je für sich ausgeschieden. — Wächst nun eine neu gebildete Membranschichte noch in die Dicke? Oder werden fortgesetzt neue Membranen vom Protoplasma aus aufeinander abgelagert, die zu einer homogenen Schichte mit einander verschmelzen? Direkt läßt sich hierüber nichts feststellen. Verf. äußert die Meinung, daß auch bezüglich der definitiven Ausbildung der Schichten wohl nichts anderes anzunehmen sei als successive Neubildung von Zellhäuten, nur daß diese zu homogenen Schichten zusammentreten, was die successiven einzelnen Schichten nicht thun. Also würden auch die einzelnen vom Protoplasma abgeschiedenen Zellschichten durch Auflagerung neuer, nicht durch Intussusception sich verdicken. Voraussetzung ist bei dieser Verdickungsweise der Zellwände eine allmählige Aenderung in der physikalischen Beschaffenheit der neu gebildeten Häute, sie müssen mit den bereits vorhandenen älteren Lamellen nicht bloß innig sich verbinden, sondern deren Beschaffenheit annehmen. Aus diesem Abschnitt ergiebt sich:

1. Es läßt sich für die Bastzellen verschiedener Pflanzen der direkte Nachweis erbringen, daß während der Verdickung der Zellwände eine wiederholte vom Protoplasma ausgehende Neubildung von Cellulosehäuten stattfindet.

2. Alle durch besondere Struktur ausgezeichneten Schichten sind ihrer Anlage nach Neubildungen.

3. Höchst wahrscheinlich sind auch sämmtliche Lamellen, aus denen sich die Schichten zusammensetzen, Neubildungen.

4. Sollte eine Cellulosehaut auch nach ihrer Anlage durch Intussusception noch in die Dicke wachsen, so kann dies Wachsthum nur kurze Zeit dauern und nur eine geringe Dickenzunahme der Haut bedingen. In den älteren Membranschichten resp. -Lamellen ist die Intussusception jedenfalls erloschen.

5. Die Dickenzunahme der Zellwände kommt daher im Wesentlichen durch Aufeinanderlagerung successive neu gebildeter Cellulosehäute zu Stande.

3. Ueber die lokalen Erweiterungen und damit einhergehenden Einkapselungen des Protoplasmas der Asclepiadeen- und Apocyneen-Bastzellen. Diese Zellen zeigen in späteren Entwickelungsstadien eigenthümliche lokale Erweiterungen, wobei schließlich das Protoplasma sich ganz in die letzteren Stellen zurückzieht, ohne daß das Lumen der Zelle unterbrochen wird. Die getrennten Protoplasmatheile pflegen sich schließlich einzukapseln, indem sie an ihrer Oberfläche Cellulosewände ausscheiden. Die Bilder, welche sich bezüglich der Zellhautabscheidung bei diesen Vorgängen ergeben, sowie z. B. die Verdickungsweise der Zellwände der Bastzellen von Euphorbia palustris, lassen, wie Verf. an den Abbildungen im Einzelnen erläutert, nur die Auslegung zu, daß auch eine homogen erscheinende Membranschichte aus mehreren Häuten bestehen kann, deren jede eine Neubildung repräsentirt. Diese wiederholte Neubildung von Cellulosehäuten kann sich offenbar sehr oft und sehr lang fort wiederholen, vielfach wohl mehr als dreißigmal. Hat eine Bastzelle etwa von Nerium eine Wand von 12 mikrom., besteht diese aus Schichten, von den letzteren wieder jede aus fünf Lamellen von 0,2 bis 0,4 mik., so müßten sich zur Bildung der ganzen Zellhaut 30—60 Lamellen successive aufeinander abgelagert haben.

4. Die Entstehung der lokalen Erweiterungen verschiedener Bastzellen ist nur durch die Annahme eines auf Intussusception beruhenden Flächenwachsthums zu erklären. Die Messungen und Berechnungen führen zu dem Schlusse, daß es nicht möglich ist, die oben erwähnten lokalen Erweiterungen anders als durch Intussusception zu erklären, namentlich genügt die Annahme von Turgorwirkungen nicht, da hiezu ein ganz ungeheurer Druck nothwendig wäre, die Zellwände an den betreffenden Stellen in Folge der Dehnung wesentlich dünner sein müßten. Wie man sich die Einlagerung von wandbildendem Material zu denken hätte, darüber läßt sich zur Zeit nichts angeben.

5. Die Spiralstreifung und Querlamellirung der Bastzellen. Die Spiralstreifung liegt nicht in der Entstehungsweise der Membranen begründet, sondern ist das Resultat späterer Differenzirungsvorgänge, bei welchen sich individuelle Schwankungen geltend machen, indem die Spiralstreifung früher oder später eintritt. Es hängt dies wahrscheinlich mit der verschiedenen Intensität in der hautbildenden Thätigkeit einer Zelle zusammen. — Unter Querlamellirung versteht Verf. eine sowohl von der Spiralstreifung als von der Schichtung der Zellmembranen verschiedene Strukturart, welche sich bei der Flächenansicht einer Zelle in Form hellglänzender Querlinien bemerkbar macht. Diese Linien sind, wie aus ihrem stärkeren Lichtbrechungsvermögen zu entnehmen ist, substanzreicher als die Grundmasse der Zellwand. Wie die Spiralstreifung kommt auch die Querlamellirung erst in einem späteren Entwickelungsstadium der Zellen zum Vorschein. Mit dem Alter der Zellen verschwinden aber diese Querlinien wieder in der Reihenfolge, wie sie entstanden sind.

6. Ueber die Neubildung einer Zellmembran. In diesem Betreff deduzirt Verf., daß die Bildung von Cellulosehäuten mit ganz verschiedenen

Strukturen ein Prozeß sei, der ebensowenig aus der Apposition wie aus der Intussusception zu erklären sei; vielmehr sei es das lebende Protoplasma, welches eine neue Haut erzeugt und zwar sei die Bildung jeder Cellulosehaut ein Akt, der sich unabhängig von den bereits vorhandenen Häuten vollziehe. Jede Haut bilde darum für sich eine individuelle Einheit, die sich auch in dem Charakter der später eintretenden Differenzirungsvorgänge zu erkennen gebe. Dann müßte aber eine periodische Aenderung in der Natur des Protoplasmas stattfinden, da ein Protoplasma, welches erst eine rechts gestreifte Schichte bildet, nicht auch nachher eine links gestreifte Zellhaut hervorbringen könnte. Bei der oft großen Zahl von nacheinander entstehenden Häuten mit verschiedener Struktur müßten diese Aenderungen des Protoplasmakörpers verhältnißmäßig oft eintreten und rasch auf einander folgen. So lange eine solche Umänderung des Protoplasmas nicht eingetreten ist, würden lauter gleichbeschaffene Häute entstehen, die sich dann mit einander zu einer Schichte von bestimmter Struktur vereinigen. — Wenn auch in den Untersuchungen konstatirt ist, daß in vielen Fällen Membranen neu gebildet werden, so ist doch die Frage nach dem Dickenwachsthum der Zellwände nicht entschieden. Es fehlt der Nachweis, ob die beschriebenen Häutungen des Protoplasmas allgemein vorkommen oder vielmehr Ausnahmen bilden, außerdem könnte immer noch ein späteres Dickenwachsthum dieser Häute stattfinden, und es könnte ja auch eine Intussusception ohne Volumzunahme vor sich gehen.

C. K.

***W. Pfeffer.* Ueber chemotaktische Bewegungen von Bakterien, Flagellaten und Volvocineen.** Untersuchungen aus dem bot. Institut zu Tübingen. Bd. II. Heft 3, p. 582—661.

In Fortsetzung früherer Untersuchungen (diese Zeitschrift Bd. VII, S. 403) wurde die Reizbarkeit der Bakterien einer näheren Untersuchung unterzogen und diese auch auf einige farblose Flagellaten und einige chlorophyllführende Volvocineen ausgedehnt. Die Untersuchungsmethode war dieselbe wie früher, d. h. es wurde eine Lösung des zu prüfenden Stoffes in eine einseitig zugeschmolzene Kapillare gebracht und diese dann zu den im Wasser vertheilten Organismen auf den Objektträger geschoben. Die Organismen eilen dann, bei anziehender Wirkung, nach dem Kapillarmund hin und können sich je nach der Reizwirkung in größerer oder geringerer Menge in der Kapillare ansammeln. Wenn es auch leicht ist, eine stärkere Reizwirkung zu konstatiren, so können doch bei schwacher Attraktion, bei geringerer Bewegungsschnelligkeit Zweifel entstehen, so daß die Beobachtung kritischer zu Werke gehen muß; um dies zu ermöglichen, giebt Verf. eine genauere Besprechung seiner Methode nebst den Fehlerquellen.

Im Allgemeinen ergiebt sich, daß die anlockbaren Organismen zwar in sehr verschiedenem Grade empfindlich sind, daß aber trotz aller Abweichungen im Einzelnen im Allgemeinen dieselben Stoffe reizend auf Bakterien, Flagellaten und Volvocineen einwirken. Die reizbarsten Organismen reagiren sogar auf die Mehrzahl der löslichen anorganischen und organischen Körper, doch zum Theil in nur geringem Grade. Gegenüber den nicht stark reizenden Körpern ließen aber die weniger empfindlichen Organismen häufig eine anlockende Wirkung nicht erkennen. Von anorganischen Salzen erwiesen sich im Allgemeinen Kalisalze als

die wirksamsten, doch wurden wenigstens die empfindlichsten Organismen durch alle neutral reagirenden Salze der übrigen Alkalien und der alkalischen Erden mehr oder weniger angelockt, während auf viele dieser Salze die nur sehr wenig reizbaren Arten nicht merklich reagirten. Unter den organischen Stoffen wurden sowohl mit stickstofffreien, als stickstoffhaltigen positive Erfolge erzielt. So wurde z. B. Pepton als starkes, Asparagin als schwächeres, Kreatin, Taurin, Sarkin, Carnin, Harnstoff als noch schwächeres Reizmittel erkannt. Dextrin ist für einzelne Arten ein starkes, für andere ein schwächeres Reizmittel, während sich Traubenzucker weniger wirksam erwies und mit Glycerin überhaupt eine anlockende Wirkung nicht erzielt wurde. — Wie nicht jeder organische Körper in gleicher Weise reizend wirkt, kommt dem Kalium kein konstanter, vielmehr ein mit der Natur der Verbindung veränderlicher Reizwerth zu. Daß dieser auch nicht nach dem Nährwerth der Verbindung bemessen ist, ergiebt sich schon aus der Wirkungslosigkeit des Glycerins, das auch diejenigen Bakterien nicht anlockt, welche mit Glycerin sehr gut gedeihen. Auch können sogar Gifte, wie salicylsaures Natrium oder Morphium, Lockmittel sein, also Stoffe, welche in der Natur gewöhnlich ebensowenig den Organismen geboten werden, wie Rubidium, dessen Salze ein gutes Reizmittel abgeben.

Es giebt nicht nur anlockende, sondern auch abstoßende Reizwirkung. Diese tritt vielfach an Stelle der bisherigen Anziehung, wenn die Konzentration einer Lösung über ein gewisses Maß hinausgesteigert wird. Außerdem bringen gewisse Stoffe, wie freie Säuren und Alkalien, sowie Alkohol eine abstoßende Wirkung hervor. Uebrigens besitzen die geprüften Organismen keineswegs die Fähigkeit, einen jeden für sie schädlichen Stoff zu fliehen.

Wie ein positiver und negativer Heliotropismus und Phototaxis ist also auch positive und negative Chemotaxis zu unterscheiden. Die Bezeichnung Trophotropismus (Stahl) paßt weniger, da der Nährwerth der Körper nicht bestimmend für ihre Reizwirkung ist.

Was das Verhältniß von Reiz und Reaktionsgröße betrifft, so gelten, so lange repulsive Wirkungen nicht störend eingreifen, die im *Weber*'schen Gesetze ausgedrückten Beziehungen: der Reiz steht zu der Reizgröße, zu welcher er hinzukommt, immer in demselben Verhältniß; zur Erzielung des Schwellenwerths fällt demgemäß die absolute Differenz in dem Stoffgehalt der Kapillarflüssigkeit und der Außenflüssigkeit um so ansehnlicher aus, je reicher letztere an Reizmittel wird. Hieraus ist zu entnehmen, daß in homogener Vertheilung ein Reizmittel zwar nicht richtend wirkt, aber die Reizempfänglichkeit des Organismus beeinflußt.

Zur Erzielung chemotaktischer Reizung bedarf es ungleicher Vertheilung des Reizmittels um den Körper, wie solche durch Diffusion hergestellt wird. Die Auslösung hängt indeß nicht von der Diffusionsbewegung als solcher ab, sondern von der spezifischen Wirkung des diffundirenden Körpers. Demgemäß bringen nicht alle diffundirenden Stoffe chemotaktische Reizung hervor und gute wie schlechte Reizmittel finden sich sowohl unter Krystalloiden als Kolloiden. Die Reizung in der Diffusionszone veranlaßt eine bestimmte Richtung der Körperachse und erreicht damit, daß der Organismus mittelst seiner üblichen Bewegungsthätigkeit gegen das Reizmittel oder, bei Repulsion, von diesem hinwegsteuert. Es geschieht

dies ohne Steigerung der Bewegungsschnelligkeit, die indeß, unabhängig von der chemotaktischen Reizung, erhöht werden kann, wenn dem partiell trophotonischen Organismus zugleich mit dem Reizmittel geeignetes Nährmaterial zugeführt wird. Die Körperwendungen in chemotaktischen Reizungen werden durch die üblichen Bewegungsmittel ausgeführt, und eine Veränderung der Körperform wirkt selbst bei denjenigen Organismen nicht mit, welche zur Metabolie befähigt sind.

Im Anschluß an die in Obigem nur ganz kurz skizzirte umfangreiche Darstellung theilt Verf. einige weitere Erfahrungen über die Samenfäden der Farne, dann über Pollenschläuche mit. Für Aepfelsäure wurde nachgewiesen, daß der Diäthylester nicht anziehend wirkt, während nach früheren Untersuchungen die Wirkung dieser Säure auch durch Verbindung mit Natrium, Ammonium, Calcium, Baryum nicht modifizirt wird. Fumarsäure, Asparagin, Asparaginsäure wirken negativ, Maleinsäure anziehend. — Wenn man Pollenschläuche in freier Luft wachsend beobachtet, so sieht man sie an den Samenknospen vorbeiwachsen, ohne Ablenkung, sie scheinen auch keine besondere Neigung zu haben, sich in Spalten zu zwängen, nach einigen Versuchen scheint aber doch die Gegenwart der Samenknospen einen Einfluß auf die Richtung der Pollenschläuche auszuüben. Die Pollenschläuche zeigen weder Reizbarkeit durch Kontakt, noch Hydro- und Heliotropismus; auch Trophotropismus scheint bei der Bewegung der Pollenschläuche nicht betheiligt zu sein, so daß sich zur Zeit über die richtenden Ursachen nichts Bestimmtes aussagen läßt. *C. K.*

E. Lietzmann. **Ueber die Permeabilität vegetabilischer Zellmembranen in Bezug auf atmosphärische Luft.** Flora 1887, Nro. 22—24.

Untersucht wurden Kork, Lamellen aus den Geweben des Blattes von Peperomia magnifolia und Holz in Lamellen von Pinus Laricio und Pfropfen von Pinus silvestris.

1. Der Kork war bei den angewendeten Druckverhältnissen und für die betreffende Zeitdauer in axialer Richtung impermeabel.

2. Dagegen erwiesen sich die Cuticula von Peperomia und die Membranen aller Zellgattungen als permeabel.

3. Ein gleiches Resultat ergab sich für die Membranen der Tracheidenzellen von Pinus.

Wahrscheinlich gelten diese Sätze für Cuticula, Parenchym- und Holzzellmembranen überhaupt.

4. Alle untersuchten Membranen ließen im imbibirten Zustande mehr Luft passiren als im trockenen, sei es luft- oder absolut trockenen Zustande.

Außerdem fand sich, daß 1. das Holz von Pinus Laricio die Luft leichter in tangentialer als radialer Richtung durchläßt; 2. daß bei Pinus silvestris offene Tracheidenstränge in einer Länge von 22 cm und mehr vorkommen; 3. daß der lebende Primordialschlauch gar nicht, oder in nur sehr geringem Grade permeabel ist.

Auch thierische Membranen (Schweinsblase) sind im feuchten Zustande permeabler als im trockenen, während in der botanischen Wissenschaft irrthümlicher Weise die Meinung mehr verbreitet ist, daß die trockene pflanzliche Membran allein permeabel ist, die imbibirte nicht oder nur wenig. Diese Meinung steht

im Einklang mit den Versuchen *Wiesner*'s, die zu dem Resultate führten, daß der Druckausgleich um so langsamer erfolge, je stärker eine Parenchym- oder Holzzelle mit Wasser imprägnirt ist. Verf. sucht nachzuweisen, daß die Resultate *Wiesner*'s theils unsicher, theils zweideutig und deshalb nicht beweisend seien.

C. K.

***L. Kny.* Ueber Versuche zur Beantwortung der Frage, ob der auf Samen einwirkende Frost die Entwickelung der aus ihnen hervorgehenden Pflanzen beeinflußt.** Sep.-Abdr. aus den Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin vom 15. November 1887. S. 193—201.

Samen von Vicia Faba, Phaseolus vulgaris, Lupinus luteus, Pisum sativum, Trifolium pratense, Sommerraps, Tabak, Gerste wurden zu gleichen Theilen in 3 Glasschalen vertheilt. Die eine Glasschale befand sich vom 13. Dezember 1886 bis 18. April 1887 im geheizten Zimmer, die zweite in einem ungeheizten Raume bei wesentlich niedrigerer Temperatur, die dritte war geschützt im Freien der starken Winterkälte ausgesetzt. Am 18. April wurden alle Schalen mit Wasser gefüllt und die Samen nach 24stündiger Vorquellung in Gartenerde ausgelegt. Bei allen 8 Arten keimten die Pflanzen zu gleicher Zeit und ließen auch in der Folge keinen Unterschied erkennen. — Verf. regt Versuche über einschlägige Fragen an, welche sich zu erstrecken hätten: 1. auf den Vergleich der einzelnen Arten und Varietäten von Kulturpflanzen und wildwachsenden Pflanzen; 2. auf die Bedeutung des Temperaturgrades und der Zeitdauer seiner Einwirkung; 3. auf den Einfluß der Länge des Zeitraumes nach der Reife bis zur Kältewirkung; 4. auf den Vergleich zwischen dem Verhalten der trockenen und gequollenen Samen. *C. K.*

***H. Dingler.* Ueber die Bewegung rotirender Flügelfrüchte und Flügelsamen.** Berichte der D. botan. Ges. Bd. V, Heft 9, S. 430—434. Vorläufige Mittheilung.

Dieser Vorgang gliedert sich in 3 Einzelvorgänge:

1. die Annahme der zur Rotation geeigneten Lage,
2. die Rotation selbst,
3. die von der lotrechten Richtung häufig abweichende Fallbahn, welche die Gestalt einer umgekehrt wie die Rotation verlaufenden Spirale besitzt.

Die Annahme der Rotationslage wird begünstigt durch die Längskrümmung der Flügelfläche, welche das mit der schwereren Nuß vorausfallende Organ zwingt, sich schief zur Fallrichtung zu stellen und nach der Richtung seiner konkaven Fläche von der senkrechten abzuweichen. Gleichzeitig neigt sich das Organ in Folge des schwereren vorderen Flügelrandes mit diesem etwas abwärts, so daß eine Stellung zu Stande kommt, deren Richtung stärkster Neigung etwa vom oberen Viertel des hinteren Flügelrandes zum unteren Viertel des vorderen schwereren Flügelrandes verläuft. Die Längsachse des Organs macht hiebei einen Winkel von 50—60° zum Horizont. — Ist der Flügel nicht gekrümmt, so stellt sich die eben beschriebene Stellung in kürzester Frist in Folge von Drehungen her, welche aus der exzentrischen Lage des Schwerpunkts entspringen.

In dieser Rotationsstellung wirkt der Fallrichtung entgegen der Luftwiderstand, dessen Resultante oberhalb des Schwerpunkts den Flügel trifft, die aufwärts

gehende Komponente wirkt als drehendes Moment um die durch den Schwerpunkt gehende, in der Fläche verlaufende Querachse, die horizontal wirkende als Drehungsmoment um eine ebenfalls durch den Schwerpunkt gehende Vertikalachse. Das erstere Moment wirkt verzögernd, während die Drehung um die Vertikalachse rasch überwiegt. Das anfangs in geneigter Stellung rotirende Organ strebt eine immer horizontalere Lage anzunehmen, indem sich die peripherischen Theilè immer mehr von der momentanen Rotationsachse zu entfernen suchen, das Organ fällt gleichmäßig rotirend mit gleichmäßiger Geschwindigkeit zu Boden.

Die Erklärung der schraubigen Bahn ergab sich nach verschiedenen Versuchen aus den Gesetzen des Kreisels, es ist aber bei der Rotation der Flügelorgane nicht nur die Schwerkraft, sondern auch der erschwerte Luftabfluß an der vorderen Partie der schief gegen den Luftstrom geneigten Fläche von Bedeutung. *C. K.*

***R. Marloth.* Zur Bedeutung der salzabscheidenden Drüsen der Tamariscineen.** Berichte der D. botan. Ges. Bd. V, Heft 8, S. 319—324.

Verf. wendet sich gegen die von *Volkens* gemachte Aufstellung, daß die von Reaumuria und ähnlichen Pflanzen gebildeten Salzausscheidungen auf der Oberfläche der Blätter dazu dienen, während der Nacht Luftfeuchtigkeit aufzunehmen, welche dann von den Blattzellen an sich gezogen würde. Verf. hält es für unmöglich, daß die Zellen im Stande sein sollten, dieser konzentrirten Lösung reines Wasser zu entziehen, vielmehr entspringen durch die Kruste dreierlei Vortheile für die Pflanzen: die weiße Farbe des Ueberzugs vermindert die Insolationswirkung der Sonnenstrahlen; die poröse Salzschichte hält als schlechter Wärmeleiter die Einwirkung der umgebenden heißen Luft ab und vermindert die Transpiration; die während der Nacht von der Salzdecke aufgenommene Feuchtigkeit bewirkt, daß die Blätter am Morgen einige Zeit lang kühler bleiben als die umgebende Luft. — Bei etlichen anderen afrikanischen Pflanzen sind die Salzabsonderungen wohl nur ein Analogon der Kalkschüppchen der Saxifrageen und Craßulaceen und dienen zur Herausschaffung der überschüssigen nothgedrungenermaßen aus dem Boden aufgenommenen Salzmengen. *C. K.*

***G. Volkens.* Bemerkungen zu Obigem.** Berichte der D. botan. Ges. Bd. V, Heft 9, S. 434—436.

Die oben angezogene Behauptung ist nur für die zu den Versuchen verwendeten Arten aufgestellt, für die von *Marloth* behandelten Arten aber wurde die Salzabsonderung wohl als unter Umständen nützlich, nicht aber als Existenzbedingung bezeichnet. Die Erfahrungen, daß anderweitige Zellen nicht im Stande sind, so starken Salzlösungen Wasser zu entziehen, lassen sich nicht auf die Drüsenzellen übertragen. Die Salzkruste wäre jedenfalls eine sehr unzweckmäßige Schutzdecke gegen Transpiration. *C. K.*

***W. Palladin.* Bildung der organischen Säuren in den wachsenden Pflanzentheilen.** Berichte der D. botan. Ges. Bd. V, Heft 8, S. 325—326.

Verf. macht folgende Schlußfolgerungen. Bei der Athmung wirke der Sauerstoff nicht auf die Kohlehydrate, sondern auf Eiweißstoffe, wobei Asparagin ent-

steht. Da auch die Zellhaut als Produkt der Eiweißzersetzung entsteht, müssen in wachsenden Pflanzentheilen in Folge der energischen Athmung und Zellhautbildung reichliche Asparaginmengen sich anhäufen. Ziehe man vom Albumin (nach der *Lieberkühn'*schen Formel) den ganzen Stickstoff in Form von Asparagin ab, so hinterbleibt, abgesehen vom Schwefel, eine sauerstofffreie Gruppe, welche vom Sauerstoff der Luft verbrannt oder zur Zellhautbildung benützt würde, in beiden Fällen aber müßte starke Sauerstoffassimilation stattfinden und das Verhältniß $\frac{CO_2}{O_2}$ kleiner als 1 werden. Die Zellhautbildung in wachsenden Pflanzenorganen müßte also deshalb mit starker Sauerstoffassimilation begleitet sein. Auch die Regeneration der Eiweißstoffe aus Asparagin und Kohlehydraten führe zu einem stark oxydirten Rückstande, organischen Säuren, welche demnach als Nebenprodukt bei Regeneration der Eiweißstoffe entständen. *C. K.*

L. Koch. **Ueber die direkte Ausnützung vegetabilischer Reste durch bestimmte chlorophyllhaltige Pflanzen.** Berichte der D. botan. Ges. Bd. V, Heft 8, S. 350—364.

Das Wurzelsystem von Melampyrum pratense besteht aus Haupt- und Seitenwurzeln, welche als Erzeuger und Träger sehr dünner, langer Wurzeln dienen, um welche es sich bei der erwähnten Angelegenheit handelt. Diese Fadenwurzeln erscheinen im Allgemeinen gegenständig, oft reichlich da angehäuft, wo die Mutterwurzel sich in dem organischen Substrat befindet. Bei der Annäherung an die organischen Reste des Bodens entwickeln diese Wurzeln nach der Kontaktstelle gerichtete Protuberanzen, welchen die Aufgabe zufällt, mit dem zu erschließenden Nährobjekt in engere Verbindung zu treten. Um das Nährobjekt wird eine Zange gebildet, welche Objekt und Höcker verbindet. Der ursprünglich konische Höcker wächst zu einer verhältnißmäßig großen Kugel heran, deren einer Pol in die Mutterwurzel eingebettet ist, während der andere an das Nährobjekt stößt. Der letztere Pol bildet sich zu einer besonderen Ansatzkante heraus, indem hier die Epidermiszellen säulenförmig werden, wobei gleichzeitig die Zange sich verlängert. Die Ansatzkante wird zur Rinne, in die das Nährobjekt eingebettet ist. Aus der Scheitelspitze des ursprünglichen Höckers wölben sich zunächst nur zwei Epidermiszellen heraus, welche in das Nährobjekt eindringen, diesen folgen später benachbarte der Ansatzkante. Die in das Objekt eindringenden Zellen lösen sich nicht sofort in einzelne, dieses durchwuchernde Fäden auf, sondern dringen unter ziemlich festem Gefüge vor. Die nähere Ausbildung des Saugorgans ist übrigens je nach der Beschaffenheit des Nährobjekts etwas abweichend. Zur Zeit des bedeutendsten Wachsthums des die Hauptmasse der Kugel ausmachenden Parenchyms führen dessen dünnwandige polygonale Zellen einen wasserhellen Inhalt, nach dem Eindringen in das Nährobjekt tritt das Protoplasma mehr und mehr hervor, und es erscheinen in ihm gelbe Farbstoffkörper, sowie farblose, meist aus gekrümmten Stäbchen bestehende Gebilde, welche den Bakteroiden der Wurzelanschwellungen der Leguminosen zu entsprechen scheinen.

Diese Saugorgane oder Haustorien fungiren nur kurze Zeit, an der Kontaktstelle tritt Abschuppung ein, solche funktionslos gewordene Organe können aber

längere Zeit erhalten bleiben, sie werden aber allmählig unter Resorption zu Hohlkugeln, die schließlich zusammenfallen.

„Da Melampyrum reichlich Chlorophyll enthält, mithin ihren Bedarf an stickstofffreien Stoffen durch die Assimilation selbst befriedigen kann, so wird es bei den aufzunehmenden Stoffen vor Allem auf die stickstoffhaltigen ankommen. Daß es vorzugsweise das Material für diese ist, welches Aufnahme findet, darauf deuten die bereits beschriebenen Inhaltsbestandtheile der Reservestoffbehälter, sowie der Umstand hin, daß in denselben geformte Stärke nicht anzutreffen ist." Ob derartiges Material unter direkter Einwirkung des Eindringlings disponibel gemacht wird, oder ohne solche im Verlaufe des Zersetzungsprozesses des Objekts entsteht, wird dahin zu beantworten sein, daß es wahrscheinlich der Hauptsache nach die im Wasser gelösten ersten Zersetzungsprodukte des Objekts, worunter die anorganischen Salze, sind, welche zur Aufnahme kommen. *C. K.*

A. Wieler. **Plasmolytische Versuche mit unverletzten phanerogamen Pflanzen.** Berichte der D. botan. Ges. Bd. V, Heft 8, S. 375—380.

Nach Beobachtungen von *Janse*[1]) wird bei längerem Verweilen von Algen in plasmolysirenden Medien die durch dieselben eingetretene Plasmolyse wieder ausgeglichen. Nach *de Vries* scheint dies bei Phanerogamen nicht der Fall zu sein, als aber Verf. andere Pflanzen prüfte, stellte sich das nämliche Verhalten wie von Algen heraus.

Läßt man Pflanzen in isotonischen Lösungen wachsen, so müßte man erwarten, daß das Wachsthum verlangsamt würde. Dies geschieht aber nicht. Während des Aufenthalts in den Lösungen nahm die Konzentration des Zellsafts zu. Die mit den Wurzeln in Rohrzuckerlösungen getauchten Pflanzen erschlafften erst vollständig, mit der Zeit aber kehrte die Turgescenz wieder zurück, die Konzentration des Zellsafts mußte um mehrere Prozent gestiegen sein. Der Ausgleich muß verhältnißmäßig rasch eintreten, da sich schon nach kurzer Zeit Längenzuwachs der Wurzeln nachweisen läßt. Die Fähigkeit, in plasmolysirenden Lösungen (starken Rohrzuckerlösungen) zu wachsen, wurde für die Keimpflanzen von Phaseolus, Faba, Helianthus, Erbse, Linse, Rettig nachgewiesen.

Am nächsten liegt die Annahme, daß eben das Protoplasma für diese Stoffe permeabel ist, was auch für Salpeter direkt nachgewiesen wurde. *C. K.*

N. W. Diakonow. **Organische Substanz als Nährsubstanz.** Berichte der D. botan. Ges. Bd. V, Heft 8, S. 380—387.

Entgegen anderweitigen Forschungen gelang es Verf., Penicillium mit Ameisensäure als organischer Nährsubstanz zu ernähren, wenn nur dieselbe an Basen gebunden und die durch ihren Verbrauch bewirkte alkalische Reaktion der Nährlösung durch Zusatz von Ameisensäure behoben wurde. Auch auf Harnstofflösung gelangen die Kulturen, wobei das entstehende Ammoniak durch verdünnte Phosphorsäure neutralisirt wurde. *C. K.*

L. Kny. **Ueber Krystallbildung beim Kalkoxalat.** Berichte der D. botan. Ges. Bd. V, Heft 8, S. 387—395.

Bekanntlich kommt das Kalkoxalat in den Pflanzen in zwei Krystallsystemen

[1]) Botan. Centralblatt. XXXII. Nr. 1.



vor, quadratisch und monoklinisch. Man hatte die Ursache der verschiedenen Krystallform in der Raschheit resp. Langsamkeit der Ausscheidung gesucht, was aber nicht richtig sein kann, und neuerdings wurde auf die Reaktion der Mutterlauge als bestimmend bei dem Wassergehalt der ausgeschiedenen Krystalle verwiesen. Nach den Versuchen des Verf. ist auch die letztere Ansicht unrichtig, vielmehr handelt es sich wahrscheinlich um den relativen Konzentrationsgrad der beiden Lösungen, durch deren Zusammentreffen die Krystallbildung bedingt wird. Bei Ueberschuß der Kalkverbindung werden die Krystalle dem quadratischen, bei Ueberschuß der Oxalsäure dem monoklinen Systeme angehören. Es konnten aber keine wirklich entscheidenden Ergebnisse erlangt werden. *C. K.*

F. Schütt. **Ueber das Phycoerythrin.** Berichte der D. botan. Ges. Bd. VI, Heft 1, S. 36—51.

Auf Grund der neueren Untersuchungen wird die folgende Nomenklatur aufgestellt:

1. Chromophyll = der Farbstoff der lebenden assimilirenden Chromatophoren.
   a. Chlorophyll = Chromophyll der grünen Pflanzen.
   b. Rhodophyll = Chromophyll der Florideen.
   c. Phaeophyll = Chromophyll der Phaeophyceen.
   d. Cyanophyll = Chromophyll der Cyanophyceen.
   e. Melinophyll = Chromophyll der Diatomeen.
   f. Pyrrophyll = rothbraunes Chromophyll der Peridineen.
2. Durch Alkohol aus den Chromatophoren ausziehbare Farbstoffe (Alkoholchlorophyll, Chlorophyllgruppe).
   a. Chlorophyllgruppe.
      Chlorophyllin = der reine, grüne, unveränderte, xanthophyllfreie Farbstoff des Alkoholchlorophylls.
   b. Xanthophyllgruppe.
      Xanthophyllin = der mit dem vorigen gemengte gelbe Farbstoff der Phanerogamen.
      Phycoxanthin = ebenso bei Phaeophyceen.
      Diatomin = ebenso bei Diatomeen.
      Peridinin = ebenso bei den rothgelben Peridineen.
3. In Wasser lösliche Farbstoffe, aus den Chromatophoren gewinnbar.
   Phycoerythrin bei Florideen,
   Phycophacin bei Phaeophyceen,
   Phycopyrrin bei braunen Peridineen.

Die spektroskopischen Untersuchungen des Phycoerythrins, ausgeführt an dem Farbstoffe von Delesseria, Ceramium, Dumontia führen zu etwas differirenden Ergebnissen. Woher diese Abweichungen rühren, läßt sich zur Zeit nicht sagen, sondern es muß erst das Phycoerythrin noch anderer Florideen geprüft werden, ferner festgestellt werden, ob vielleicht das Phycoerythrin durch chemische Einflüsse verändert wurde, welche nach dem Absterben der Chromatophoren gewirkt haben. — Daß das Phycoerythrin in genetischer Beziehung zum Chlorophyll steht, ist nach dem optischen Verhalten sehr zweifelhaft, jedenfalls würde eine solche Behauptung zur Zeit nur sehr unsichere Grundlagen aufzuweisen haben. *C. K.*

***W. Johannsen.* Ueber Fortdauer der „Athmungsoxydation“ nach dem Tode.** Botan. Zeit. 1887, Nro. 46. Vergl. diese Zeitschrift Bd. X, S. 405.

Die Frage, ob die Athmung mit dem Tode aufhört, kann nach der Ansicht des Verf. nur auf die Weise in Angriff genommen werden, daß man die Sachlage beim Uebergang vom Leben zum Tode, resp. sogleich nach dem Tode untersucht. Hiebei hat sich stets gezeigt, daß die Athmung sogleich mit dem Tode der Versuchsobjekte aufhört. Bei verschiedenen Versuchen wurde gefunden, daß erst 1 bis 4 Stunden nach dem Tode eine sich stets steigernde Kohlensäureproduktion anhub, welche in den Versuchen zum Theil auf Rechnung von Bakterien zu setzen war. *C. K.*

***W. Detmer.* Ueber physiologische Oxydation im Protoplasma der Pflanzenzellen.** Botan. Zeit. 1888, Nro. 3.

Auch dieser Autor behauptet, daß das getödtete Protoplasma keine Athmung unterhalten kann. Blüthen und Keimlinge von Triticum und Pisum, welche im lebensthätigen Zustande viel Kohlensäure ausathmeten, produzirten nach erfolgter Tödtung keine Kohlensäure mehr. Hält man von organischen Massen die Spaltpilze fern, so können nach dem Tode höchstens Spuren von Kohlensäure produzirt werden. „Die Athmung ist eine Funktion der lebendigen Eiweißmoleküle des Protoplasmas.“ *C. K.*

***J. Wortmann.* Zur Kenntniß der Reizbewegungen.** Botanische Zeitung. 1887, Nro. 48 bis 51.

Untersucht wurden vornehmlich die Fruchtträger von Phycomyces und zwar deren verschiedene Reizkrümmungen (geotropische, heliotropische, hydrotropische, haptotropische). In allen diesen Fällen kommt der konkaven Seite der Zelle ein stärkerer und dichterer Plasmabeleg zu als der konvexen Seite, während in dem gerade gewachsenen Fruchtträger die Vertheilung des Plasmas gleichmäßig ist. Durch Kontaktreize läßt sich verfolgen, daß mit Eintritt der Krümmung jedesmal die Differenz in der Plasmavertheilung beginnt, mit der Zunahme der Krümmung wächst oder aber, bei zurückgehender Krümmung, wieder verschwindet. An nicht reizbaren Stellen bleibt das Plasma gleichmäßig vertheilt. Bei geotropischer Reizung bewegt sich also das Plasma nach oben, bei heliotropischer dem Lichte entgegen u. s. w. Die Seite der Membran, nach welcher die Plasmabewegung gerichtet ist, wird dicker als die gegenüberliegende, oft um mehr als das doppelte, hiemit nimmt die Dehnbarkeit der ersteren Wandseite ab und durch den Turgordruck wird die abgewendete Seite stärker gedehnt, also länger, die ganze Zelle in Krümmung gebracht.

Die Untersuchung vielzelliger Objekte führte in keinem Falle zur Auffindung derselben Plasmaansammlung wie bei Phycomyces, so daß also bei Reizkrümmungen vielzelliger Organe in den einzelnen Zellen derselben nicht analoge Vorgänge stattfinden wie bei den einzelligen Organen. Es blieb nur die Annahme übrig, daß das gesammte Protoplasma der wachsenden Zellen des vielzelligen Organs als einheitliches Ganze reagirt. Diese Annahme erwies sich bei näherer Prüfung als richtig. Man beobachtet diese Veränderungen, wenn man den Reiz länger wirken läßt, z. B. einen horizontal gelegten Stengel verhindert, sich rasch aufzukrümmen.

Alsdann findet man die oberseitigen Zellen dicht mit Protoplasma gefüllt, die unterseitigen arm daran, und analog ist das Verhalten bei Lichtwirkung. Bei Wurzeln sammelt sich das Plasma unten an. Die Kontinuität des Plasmas der Zellen bietet die Möglichkeit zu solchen Wanderungen.

So stimmen die Reizkrümmungen ein- und vielzelliger Organe in der primären Ursache, d. i. in der Bewegung des Plasmakörpers überein, ebenso aber auch in der Verdickung der Membran an dem Orte der Plasmaansammlung, wie sich auch bei vielzelligen Organen leicht nachweisen läßt. Die Folge dieser Verhältnisse ist das Auftreten der Differenz in der Turgorausdehnung. Denn auf der Seite mit Protoplasmaansammlung ist die Dehnbarkeit der Membranen vermindert, sie sind aber immer noch wachsthumsfähig, lagern aber in gleicher Zeit weniger Wasser ein als die Zellen mit dehnbareren Membranen, strecken sich daher weniger, die Folge davon ist die Krümmung. Auch anderweitige Eigenthümlichkeiten im Verhalten der krümmungsfähigen Organe lassen sich an der Hand der Kenntniß dieser Vorgänge mehr oder weniger verstehen und erklären, so die größere Konzentration des Zellsafts der konkaven Seite, die latente Reizung, die Nachwirkung. Nachdem die auf Wachsthum beruhenden Reizbewegungen der von Membran umschlossenen Organe sich zurückführen lassen auf Bewegungen des Protoplasmakörpers, wird jeder prinzipielle Unterschied zwischen den Wachsthumskrümmungen oder den Reizbewegungen nackter Plasmamassen aufgehoben. *C. K.*

J. Wortmann. **Einige neue Versuche über die Reizbewegungen vielzelliger Organe.** Berichte der Deutschen botan. Ges. Bd. V, Heft 10, S. 459—468.

Verf. geht im Anschluß an Obiges noch näher auf die von *de Vries* aufgestellte Behauptung ein, daß die Differenzen in der Turgorausdehnung, auf denen die Krümmung vielzelliger Organe beruht, durch eine Turgordifferenz hervorgerufen werden; es würde in den Zellen der konvexwerdenden Seite eine vermehrte Bildung osmotisch wirksamer Stoffe hervorgerufen. Nach der Darstellung des Verf. handelt es sich aber hier um den Widerstand, welchen die Membranen dem Turgordruck leisten, und die aus diesem Widerstande entspringenden Folgen. Die plasmolytischen Versuche zeigen auch in der That, daß thatsächlich keine Differenz in der Turgorkraft der Zellen der konvexen und konkaven Seite vorhanden ist.

Wenn man durch Reize eine Bewegung des Plasmas veranlaßt, dasselbe aber z. B. durch Einschnitte in seiner Bewegung aufhält, kann man dessen Anhäufung an ungewöhnlichen Orten bewirken und hier Membranverdickungen hervorrufen, wie solche an horizontal gelegten Keimstengeln von Phaseolus, mit horizontalen Einschnitten versehen, nachgewiesen wurden. Da die Aufwärtsbewegung des Plasmas durch die Einschnitte vermindert und erschwert wird, ist auch die geotropische Aufrichtung langsamer, die Krümmung weniger scharf als bei unverletzten Stengeln. Das wandernde Protoplasma führt auch Kohlehydrate mit sich, die Zellen der konkaven Seite werden stärkereicher, jene der konvexen Seite stärkeärmer. *C. K.*

St. Jentys. **Ueber den Einfluß hoher Sauerstoffpressungen auf das Wachsthum der Pflanzen.** Untersuchungen aus dem botan. Institut zu Tübingen. Bd. II, Heft 3, S. 419—464.



Die an Stengeltheilen, Wurzeln und Pilzen angestellten Untersuchungen ergaben folgende Wirkungen

1. der stärkeren Sauerstoffpressungen. Nur in einem Versuche wurde ein vollkommener Stillstand des Wachsthums durch stärkere Sauerstoffpressung beobachtet, wohl aber in allen eine mehr oder weniger starke Hemmung. Bei ungefähr gleichen Expositionszeiten war die Beeinträchtigung des Wachsthums der Stengeltheile um so größer, je höher der Sauerstoffdruck war. Vom größten Einflusse erwies sich die Expositionszeit. Bei gleichen Sauerstoffpressungen waren die Zuwachse um so kleiner, je länger der Versuch dauerte. Bei längerer Versuchsdauer wurde sogar das Wachsthum durch verhältnißmäßig schwächere Tension mehr herabgesetzt als durch stärkere bei kurzer Expositionsdauer. In einem Versuche mit Keimlingen von Helianthus wuchsen dieselben bei einem Sauerstoffdruck von etwa 7 Atmosphären und zweistündiger Expositionszeit ebensogut wie in gewöhnlicher Luft. Bei sechsstündiger Exposition kam schon die ungünstige Wirkung der etwas höheren Sauerstoffpressung zum Vorschein, die Reduktion des Wachsthums war aber noch unbedeutend. — Wenn die Sauerstoffpressung nicht allzu hoch war und die Versuchsobjekte rechtzeitig wieder unter normale Bedingungen gebracht wurden, entwickelten sie sich ganz normal weiter, nur in den nächstfolgenden Stunden ging bisweilen das Wachsthum langsamer vor sich. Verschiedene Individuen und Arten scheinen aber ungleiche Widerstandsfähigkeit zu besitzen; auch hat deren Alter einen Einfluß, so daß die jüngeren Internodien weniger als die alten beeinträchtigt werden. Bei Wurzeln trat die Wachsthumsreduktion schneller ein als bei den Stengeltheilen. Der Sauerstoffdruck von etwa 6 Atmosphären tödtete die Versuchsobjekte meist innerhalb weniger als 20 Stunden. Bei stärkerem Druck kann auch kürzere Einwirkung genügen, um die weitere Entwickelung der Keimpflanzen in der Luft stark zu verzögern.

2. Schwächere Sauerstoffpressung. Die Erhöhung der partiären Sauerstoffpressung bis zu 1 Atmosphäre hat sich entschieden günstig für das Wachsthum der Keimpflanzen von Raphanus, Sinapis, Brassica erwiesen; fast ohne Einfluß war sie bei Faba, Helianthus, Pisum. Die Wurzeln von Pisum und Fruchtträger von Phycomyces wuchsen in reinem Sauerstoff ebensogut wie in der Luft. Bei den Keimpflanzen, auf deren Wachsthum die Erhöhung der Sauerstoffpartiärpressung günstig wirkt, hat sich der Sauerstoffdruck von 1 Atmosphäre etwas ungünstiger erwiesen als ein solcher von 0,80 oder 0,60 Atm. Wachsthumsreduktion bei einem Sauerstoffdruck von ungefähr 0,4—0,6 Atm. und Wachsthumsbeschleunigung bei höherer Pressung wurde nicht wahrgenommen, ebensowenig ein „äußerst schädlicher“ Einfluß des reinen Sauerstoffs.

3. Wirkung des Druckes indifferenter Gase. In auf etwa 5 Atm. komprimirter Luft wuchsen mehrere Keimpflanzen langsamer als in reinem Sauerstoff von normaler Dichte. Dies deutet darauf hin, daß in komprimirter Luft nicht allein die Sauerstofftension zur Geltung kommt, sondern auch der Druck des Stickstoffs. Die erwähnten Pflanzen wuchsen in reinem Sauerstoff bedeutend besser als in komprimirter Luft. Die ungünstige Wirkung des Druckes indifferenter Gase auf das Wachsthum wurde mehrfach festgestellt.

Bezüglich der Ursachen der schädlichen Wirkung des Sauerstoffs von hoher

Spannung lassen sich zwei Hypothesen aufstellen: 1. der Druck als solcher übt einen ungünstigen Einfluß auf lebendige Organismen aus; 2. die bei normaler Dichte indifferenten Gase werden bei hoher Spannung schädlich. Welche Hypothese die richtige ist, läßt sich zur Zeit in keiner Weise entscheiden. *C. K.*

S. Dietz. **Beiträge zur Kenntniß der Substratrichtung der Pflanzen.** Untersuchungen aus dem botan. Instit. zu Tübingen. Bd. II, Heft 3, S. 478—488.

Die schon seit längerer Zeit bekannte Thatsache, daß das Substrat eine gewisse Richtkraft auf die aus ihm hervortretenden Organe ausübt, sucht man besonders auf den Hydrotropismus zurückzuführen. Die Untersuchungen des Verf. ergeben aber, daß nicht immer dieselben Ursachen und auch Kombinationen solcher im Spiele sind. Die Untersuchungen bezogen sich auf aus dem Substrat hervortretende orthotrope Organe (nicht auf Wurzeln).

1. Das Verhalten der Hypokotyle. Wenn dieselben bei horizontaler und dem Fenster paralleler Achse in Umdrehung versetzt werden, so stellen sie sich senkrecht zu der Achse parallelen Flächen der betreffenden Torfwürfel oder anderweitiger Aussaatmedien, zu den zur Rotationsachse senkrechten Flächen werden sie schief gegen das Licht zu; im Dunklen aber nehmen sie die verschiedensten Richtungen an, mag die Rotation in trockener oder feuchter Luft geschehen. Das ganze Verhalten lehrt, daß bei der Substratrichtung der Hypokotyle außer dem Heliotropismus kein anderer Faktor von Bedeutung ist.

2. Das Verhalten der Fruchtträger von Phycomyces, Mucor, Coprinus. Auch bei diesen kommen heliotropische Wirkungen zur Geltung, es wirken aber noch andere Umstände mit. Denn sie nahmen auch bei Ausschluß des Lichts (und von Geotropismus) meistens die senkrechte Stellung an. Auch um den Hydrotropismus allein kann es sich nicht handeln, da die gleiche Richtung auch im dampfgesättigten Raume eingenommen wird, vielmehr muß noch ein anderer Faktor mitwirken und zwar der Kontakt mit dem festen Substrat. Die Versuche ließen auch thatsächlich bei mehrfachen Kulturen diese Kontaktwirkung erkennen. Die Wachsthumsrichtung der Sporangienträger wird durch den Kontakt derart beeinflußt, daß konkave Krümmung zur Kontaktstelle eintritt, bei allseitiger Berührung aber Stellung senkrecht zum Ursprungsort. Ist das Substrat nicht eben, sondern rauh, so können auch die Sporangienträger nicht untereinander parallel werden. Daß außer der Kontaktwirkung auch Heliotropismus eingreifen kann, ist schon erwähnt; die Mitwirkung des Hydrotropismus ergiebt sich daraus, daß die Fruchtträger von Phycomyces stark negativ hydrotropisch sind. Starke einseitige Beleuchtung vermag eine entsprechende Krümmung hervorzurufen, wie auch Hydrotropismus und Geotropismus in einiger Entfernung vom Substrate die Wachsthumsrichtung beeinflussen. — Ob noch anderweitige Wirkungen des Substrates auf die Wachsthumsrichtung stattfinden, ist nicht näher untersucht. *C. K.*

G. Klebs. **Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle.** Untersuchungen aus dem botan. Institut zu Tübingen. Bd. II, Heft 3, S. 465—568.

Als wichtigste Ergebnisse dieser umfangreichen Abhandlung sind folgende anzuführen.

1. Die Zellen verschiedenartiger Pflanzen (Zygnema, Spirogyra, Mesocarpus Oedogonium, Vaucheria, Chaetophora, Stigeoclonium, Cladophora, Blattzellen von

Funaria, Elodea, der Prothallien von Gymnogramme) sind fähig, nach Loslösung des Cytoplasmas von der Zellwand in Folge Wasserentziehung durch 16—20%ige Rohrzuckerlösung neue Zellhaut zu bilden. Bei verschiedenen anderen Pflanzen trat dies nicht ein.

2. Die nach Plasmolyse gebildete Zellhaut erscheint entweder als eine normale, dünne, scharf begrenzte Haut, oder als eine sehr weiche, wasserreiche, mehr weniger deutliche geschichtete Masse. Die Entstehung der Membran verläuft so, daß die Hypothese von *Schmitz* und *Strasburger* gestützt wird, nach welcher die Zellhaut ein direktes Produkt der peripherischen Plasmaschichte ist. Dagegen kann die letztere („Hautschichte") nicht als besonderes selbständiges Organ der Zelle, speziell als zellhautbildendes Organ aufgefaßt werden *(de Vries)*. Hautschichte und nach ihr Zellhaut entsteht um jeden beliebigen Plasmaballen, sobald die allgemeinen Bedingungen der Membranbildung erfüllt sind.

3. Die Frage nach dem Wachsthum der pflanzlichen Zellhaut, ob durch Apposition oder Intussusception, ist noch ungelöst. Am besten gestützt, in einigen Fällen bewiesen, ist die Appositionslehre für das Dickenwachsthum. Vaucheria mit ausgesprochenem Flächenwachsthum der Zellhaut an der Fadenspitze wächst in der Rohrzuckerlösung zweifellos durch Apposition neuer Zellhautkappen und Sprengung der nächst älteren; das Dickenwachsthum von Zygnema geht durch Apposition neuer Zellhautschichten vor sich; das Flächenwachsthum bei Zygnema kommt neben der Anlagerung neuer Zellhautschichten durch eine passive Dehnung der älteren zu Stande, die schließlich zersprengt werden.

4. Neben der Zellhautbildung tritt nach Plasmolyse in Zuckerlösung auch Längenwachsthum ein, aber nur bei gewissen Algen, nicht bei Oedogonium, Zellen von Farnprothallien, der Blätter von Funaria, Elodea. Bei Zygnema kann die Längsstreckung schon beginnen, bevor eine Zellhaut gebildet, bevor also deutlicher Turgor vorhanden ist. Werden die Zygnemen aus dem Zucker in Wasser gebracht, so beginnen sie lebhaft zu wachsen, zersprengen die alte Zellhaut und werden zu schmäleren Fäden. Theilungen von Zygnemen sind selten in 16% Zuckerlösung, häufiger bei 10% (ebenso Mesocarpus). Auch Oedogoniumzellen theilen sich im Zustande der Plasmolyse, jene von Cladophora sogar in 20% Zuckerlösung lebhafter als im normalen Zustande. Bei Euastrum machte sich Verlangsamung des Wachsthums und Beförderung der Theilung in 10% Zuckerlösung bemerklich.

5. Bezüglich der Wachsthumsursachen existirt bisher keine dieselben erklärende Theorie, da die von *Sachs-de Vries* vertheidigte Auffassung über die Bedeutung des Turgors nicht aufrechterhalten werden kann. Der Turgor ist überhaupt keine Ursache des Wachsthums, sondern nur für den speziellen Fall der mit fester Zellhaut umkleideten Pflanzenzelle eine wichtige Bedingung für dasselbe. Die Wachsthumsursachen liegen in unbekannten Verhältnissen des Protoplasmas. Die bloße Zunahme des endosmotischen Druckes im Zellsaft kann auch nur als eine und nicht als die wesentlichste Ursache angesehen werden. — Die Wachsthumsvorgänge nach Plasmolyse treten nach den bisherigen Erfahrungen hauptsächlich in einigen organischen Substanzen auf, wie Trauben- und Rohrzucker, Milchzucker, Mannit, dagegen nicht im Glykokoll, Salpeter, Chlornatrium.

6. Die physiologische Rolle der Zellkerne ist bisher unbekannt. Kernlose

Zellstücke von Zygnema, Spirogyra halten sich in der Zuckerlösung bis 6 Wochen hindurch lebendig und bilden sehr reichlich Stärke im Lichte, wachsen aber nicht und bilden keine Zellhaut. Die kernhaltigen Zellstücke können die ganze Zelle wieder herstellen. Kernlose Zellstücke von Funaria hygrometrica bleiben mehrere Wochen lebensfähig, verbrauchen die in ihnen vorher aufgesammelte Stärke, sind aber nicht mehr fähig, neue Stärke im Lichte zu bilden. *C. K.*

G. Haberlandt. **Ueber die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkerns.** Jena. 1887. G. Fischer.

F. Noll. **Experimentelle Untersuchungen über das Wachsthum der Zellmembran.** Abhandl. d. Senckenb. naturf. Ges. Bd. XV. 1887.

H. Ross. **Beiträge zur Kenntniß des Assimilationsgewebes und der Korkentwickelung armlaubiger Pflanzen.** Inaug.-Dissert. Freiburg i. Br.

M. Westermaier. **Neue Beiträge zur Kenntniß der physiologischen Bedeutung des Gerbstoffs in den Pflanzen.** Sitzungsber. d. K. preuß. Akad. d. Wissensch. z. Berlin. IX, X. Febr. 1887.

G. Haberlandt. **Die Wasserversorgung der Laubmoose.** Humboldt. 6. Jahrg. 1887. 12. Heft.

J. Wiesner. **Grundversuche über den Einfluß der Luftbewegung auf die Transpiration.** Sitzung d. math.-naturw. Kl. d. k. k. Akad. d. Wissensch. in Wien. 17. Nov. 1887. Nro. XXV.

F. von Tável. **Die mechanischen Schutzvorrichtungen der Zwiebeln.** Ber. d. dtsch. bot. Ges. Bd. V, Heft 10, S. 438.

J. Wiesner. **Zur Eiweißreaktion und Struktur der Zellmembran.** Ibid. Bd. VI, Heft 1, S. 33.

A. Fischer. **Zur Eiweißreaktion der Zellmembran.** Ibid. Bd. V, Heft 9, S. 423.

A. Burgerstein. **Materialien zu einer Monographie betreffend die Erscheinungen der Transpiration der Pflanzen.** (I. Theil.) Wien. 1887. Alfred Hölder.

W. Detmer. **Das pflanzenphysiologische Praktikum.** Jena. 1887. Gustav Fischer.



III. Agrar-Meteorologie.

Mittheilungen aus dem agrikulturphysikalischen Laboratorium und Versuchsfelde der technischen Hochschule in München.

LXVIII. Untersuchungen, betreffend die Methoden der Vorausbestimmung der Nachtfröste.

Von Professor Dr. **E. Wollny** in München.

Die Vorausbestimmung der Nachtfröste ist ohne Zweifel für die Kultur derjenigen Gewächse von besonderer Wichtigkeit, welche bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt beschädigt oder zu Grunde gerichtet werden, und gleichzeitig so werthvolle Produkte liefern, daß die behufs Herbeiführung eines Schutzes derselben aufgewendeten Kosten sich als lohnend erweisen (Wein, Obst- und Gartengewächse). Um dem Praktiker, der nur auf Grund empirischer Erfahrungen aus gewissen Witterungszuständen den Eintritt von Nachtfrost vorauszubestimmen sucht, ein sicheres Mittel in dieser Richtung an die Hand zu geben, haben sich die Meteorologen bemüht, verschiedene, von den Willkürlichkeiten subjektiver Beurtheilung unabhängige Methoden ausfindig zu machen. Unter diesen käme vor Allem jene in Betracht, bei welcher die Prognose auf Nachtfrost durch den sogen. Thaupunkt zu stellen versucht wird[1]), alsdann die neuerdings von *A. Kammermann*[2]) in Vorschlag gebrachte, bei welcher die Angaben des feuchten Thermometers der Vorausbestimmung zu Grunde gelegt werden.

---

[1]) *C. Lang.* Zeitschrift des landw. Vereins in Bayern. 1884. März. und „Das Wetter“, Meteor. Monatsschrift, herausgegeben von *Aßmann.* 1887.

[2]) Diese Zeitschrift. Bd. IX. 1886. S. 347.

I. Die Thaupunkt-Methode.

Unter Thaupunkt versteht man bekanntlich die Temperatur, bei welcher die Luft gerade mit Wasserdampf gesättigt ist und eben die Verdichtung des Wasserdampfes beginnt.

So lange sich an einem Körper Wasserdampf als Thau niederschlägt, nimmt seine Temperatur bei der Ausstrahlung der Wärme nur sehr langsam ab, weil bei der Verdichtung des Wasserdampfes Wärme frei wird. Letztere ist ziemlich beträchtlich, indem bei der Kondensation von 1 gr Wasserdampf zu Wasser 0,6 Wärmeeinheiten frei werden, mit welchen die Temperatur von 600 gr Wasser um einen Grad, oder jene von einem kbm Luft um nahezu 2° erhöht werden kann.

Liegt nun der Thaupunkt über Null, so wird die bei der Verdichtung frei werdende latente Wärme der Dämpfe eine weitere Abkühlung verhindern und es wird, solange dieser Vorgang stattfindet, sich die Luft resp. der Boden nicht unter den Thaupunkt abkühlen können. Liegt hingegen der Thaupunkt unter Null, so kann natürlich der große Wärmevorrath, der in den Dämpfen aufgespeichert liegt, nicht in Wirksamkeit treten, weil er erst frei wird, wenn es schon gefroren hat. Auf Grund dieser Verhältnisse hat man den Satz aufgestellt: Nachtfrost tritt nicht ein, wenn der Thaupunkt der Luft über dem Gefrierpunkt liegt, Nachtfrost ist dagegen zu befürchten, wenn der Thaupunkt unter 0° liegt.

Hieraus ergiebt sich, daß es, um den Nachtfrost voraussagen zu können, nur nöthig sei, den Thaupunkt zu ermitteln. Am einfachsten geschieht dies in der Weise, daß man die Luftfeuchtigkeit unter gleichzeitiger Beobachtung der Lufttemperatur feststellt und aus den gewonnenen Daten den Dunstdruck und aus diesem den Thaupunkt berechnet.

Die Haarhygrometer, welche vielfach zu dem bezeichneten Zweck angewendet werden, liefern keine sicheren Resultate, wenn nur die beiden Endpunkte der Skala, und nicht auch die zwischenliegenden Punkte derselben justirt werden. Die hiermit verbundene Arbeit ist aber nicht allein zeitraubend, sondern auch schwierig durchführbar. Sie ist außerdem während der Beobachtungszeit zu wiederholen, weil das Haar in dem gespannten Zustande, in welchem es sich befindet, im Lauf der Zeit Veränderungen erleidet, welche die Angaben des Instrumentes beeinflussen.

Am besten ist es, sich des Psychrometers zu bedienen, weil dessen Angaben bei geeigneter Aufstellung eine größere Sicherheit bieten, und nicht durch umständliche Versuche korrigirt zu werden brauchen. Mit Hilfe der Psychrometertafeln[1]) läßt sich aus den Ablesungen des feuchten und trockenen Thermometers leicht der Dunstdruck feststellen und aus diesem der Thaupunkt berechnen.

In den bisherigen zur Prüfung der Thaupunktmethode unternommenen Untersuchungen[2]) hat man sich hauptsächlich damit begnügt, die monatlichen Mittel des wirklich eingetretenen und des nach dem Thaupunkt vorausgesagten Minimums der Lufttemperatur mit einander zu vergleichen, um hiernach ein Urtheil über die Zuverlässigkeit der Methode zu gewinnen. Daß auf solchem Wege der beabsichtigte Zweck nicht erreicht werden kann, liegt auf der Hand, denn derartige Mittel lassen die innerhalb des bezüglichen Zeitabschnittes hervorgetretenen Abweichungen, auf welche es allein ankommt, nicht erkennen, und führen in Folge dessen zu falschen Schlußfolgerungen. Es wird nicht viel Besseres erreicht, wenn man, wie dies vielfach geschehen ist, ohne Rücksicht auf die Bewölkung aus regelmäßig angestellten Beobachtungen die mit einander übereinstimmenden oder von einander abweichenden Daten absondert und danach die Brauchbarkeit der Methode beurtheilt, weil offenbar hierbei nur jene Fälle heranzuziehen sind, in welchen die Temperatur unter den Gefrierpunkt sank oder wegen Klarheit des Himmels Thaubildung stattgefunden haben mußte. Die wichtigste Frage aber, nämlich in wie weit das vorausgesagte oder wirklich eingetretene Minimum der Lufttemperatur mit demjenigen unmittelbar über der Pflanzendecke in Uebereinstimmung stehe, hat man bisher ganz außer Acht gelassen.

Angesichts dieser Verhältnisse hat sich Referent veranlaßt gesehen, während der Zeit vom 1. April bis 30. September 1887 eine Reihe von Untersuchungen auszuführen, um festzustellen, in wie weit das berechnete mit dem wirklichen Minimum der Lufttemperatur und letzteres mit jenem an der Erdoberfläche Uebereinstimmung zeige.

Die Beobachtungen für die Prognose wurden täglich vorgenommen. Das Psychrometer befand sich in einem geräumigen, gut durchlüfteten, weißlackirten Blechgehäuse, welches an der Nordseite des Hauses auf dem

[1]) *C. Jelinek.* Psychrometertafeln. Wien. 1876.

[2]) Diese Zeitschrift. Bd. IX. 1886. S. 347—354.

Versuchsfelde befestigt war, derart daß die Thermometerkugeln 1,5 m über dem Erdboden (Kies) gelegen waren. Das Minimum der Lufttemperatur wurde an einem Minimum-Thermometer, welches sich in einem besonderen Gehäuse befand, im Uebrigen aber genau dieselbe Aufstellung wie das Psychrometer hatte, abgelesen. Außerdem wurden Minimum-Thermometer mittelst einer aus zwei kleinen Brettchen hergestellten Vorrichtung 3 cm über der Oberfläche verschiedener Böden angebracht. Letztere befanden sich in Holzkästen von 2 □m Querschnitt, welche bis zum Rande, 2 cm über dem Niveau des umgebenden Erdreichs und in einer Entfernung von 1,5 m von einander, in den Boden eingesetzt waren.

Die Thermometer (nach *Celsius*) wurden in ihren Angaben genau geprüft und die betreffenden Korrekturen in den Aufzeichnungen sofort angebracht.

Die Ablesungen an dem trockenen und feuchten Thermometer wurden Abends 5 Uhr zur Stellung der Prognose für die folgende Nacht, die Beobachtungen der Minimumtemperaturen der vorausgegangenen Nacht dagegen am folgenden Morgen um 7 Uhr regelmäßig vorgenommen.

Der Thaupunkt für den Dunstdruck in den Einzelbeobachtungen wurde einer Tabelle entnommen, welche Verfasser nach den diesbezüglichen Angaben von *Regnault*[1]) entworfen hatte.

Die Resultate der Untersuchungen sind in folgenden Tabellen niedergelegt. Spalte 1 enthält die am trockenen Thermometer abgelesene Lufttemperatur um 5 Uhr Abends, die folgende Spalte den Dunstdruck, aus der Psychrometerdifferenz unter Anbringung der barometrischen Korrektion berechnet. In der dritten Rubrik ist der nach dem Dunstdruck berechnete Thaupunkt, in der vierten das in 1,5 m Höhe über dem Boden an der Nordseite des Hauses beobachtete Minimum der Lufttemperatur aufgeführt. Die Zahlen der folgenden Rubriken bezeichnen die Minima der Lufttemperatur über verschiedenen Böden in 3 cm Höhe, jene der letzten Spalte geben die Differenzen an, um welche das Minimum über dem Grase höher (+) oder niedriger (—) gelegen war als dasjenige der Luft in 1,5 m Höhe.

Die beigefügten Zeichen haben folgende Bedeutung:

* klar.
⁰ theilweise, oder leicht bewölkt.
• bewölkt.

[1]) *Regnault*. Mém. de l'Arad. T. XXI. p. 465 und *G. Recknagel*. Compendium der Experimental-Physik. Stuttgart. 1876. S. 251.



1887. **April.**

Datum. Nacht vom	Lufttemperatur um 5 h. des vorhergegangenen Abends.	Dampfspannung um 5 h. des vorhergegangenen Abends. mm.	Thaupunkt, berechnet.	Minimum der Lufttemperatur, beobachtet.	Minimum der Lufttemperatur in 3 cm Höhe über Torf.	Thon.	Quarzsand.	Kalksand.	Humoser Kalksand Brach.	Humoser Kalksand Gras.	Gras + oder − als Luft.
1.— 2.*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.— 3.°	11,4	5,8	3,1	-0,2	-0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	-0,8	-0,6
3.— 4.*	8,8	4,9	1,1	-2,2	-2,8	-2,2	-2,4	-1,8	-2,2	-5,6	-3,4
4.— 5.*	13,6	6,0	3,7	-0,1	-2,3	-1,3	-1,4	-0,9	-1,5	-4,0	-3,9
5.— 6.°	19,0	6,8	5,5	1,3	-0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,7	-2,0
6.— 7.*	18,0	6,0	3,7	0,0	-1,1	-0,8	-1,0	-0,9	-1,0	-2,4	-2,4
7.— 8.•	16,6	6,2	4,2	3,2	2,4	2,3	2,2	2,3	2,0	2,5	-0,7
8.— 9.°	6,7	5,3	2,0	-0,2	-1,0	-1,1	-1,1	-1,0	-1,5	-0,8	-0,6
9.—10.*	8,6	3,0	-5,5	-4,2	-5,4	-5,0	-5,4	-4,5	-5,7	-5,9	-1,5
10.—11.*	8,8	4,0	-1,9	-0,4	-2,3	-2,3	-2,4	-1,8	-2,9	-2,9	-2,5
11.—12.*	12,7	4,9	1,1	-2,6	-3,8	-3,7	-3,8	-3,0	-4,0	-5,2	-2,6
12.—13.°	12,0	6,2	4,2	3,6	1,6	1,8	1,4	1,8	1,4	-0,3	-3,9
13.—14.•	9,4	7,2	6,4	2,4	3,9	3,6	3,6	3,8	3,2	2,9	+0,5
14.—15.•	2,5	5,0	1,3	-2,8	-3,1	-3,3	-3,1	-2,9	-2,8	-3,5	-0,7
15.—16.°	0,4	4,4	-0,7	-6,8	-4,0	-4,4	-4,3	-4,0	-4,8	-5,0	+1,8
16.—17.•	1,0	3,0	-5,5	-7,2	-7,0	-6,8	-6,9	-7,2	-6,0	-6,3	+0,9
17.—18.*	1,6	3,6	-3,1	-6,8	-6,7	-7,0	-7,1	-6,4	-6,0	-7,7	-0,9
18.—19.*	7,7	4,5	-0,4	-1,2	-1,5	-1,9	-1,9	-1,7	-1,6	-3,0	-1,8
19.—20.•	11,4	5,2	1,7	4,8	1,4	1,1	1,3	1,0	0,9	1,9	-2,9
20.—21.*	15,7	5,8	3,1	0,1	-0,6	-0,8	-0,8	-0,6	-0,6	-2,2	-2,3
21.—22.*	16,0	6,2	4,2	-1,0	-2,4	-2,4	-2,0	-2,0	-1,6	-4,5	-3,5
22.—23.°	18,2	7,7	7,4	4,7	2,8	2,7	2,7	3,6	3,2	1,7	-3,0
23.—24.•	19,4	8,0	8,0	9,6	8,5	8,0	8,0	9,1	8,4	8,4	-1,2
24.—25.•	20,1	7,9	7,8	8,8	8,7	7,5	7,6	8,6	7,9	8,1	-0,7
25.—26.•	11,4	7,9	7,8	5,8	7,1	7,1	6,5	7,2	6,6	4,8	-1,0
26.—27.°	5,4	6,6	5,1	3,6	3,0	2,9	2,1	2,9	2,3	2,6	-1,0
27.—28.*	11,2	5,5	2,4	2,4	1,3	1,3	1,6	1,4	0,9	0,1	-2,3
28.—29.•	17,4	7,4	6,8	7,4	7,1	7,0	7,2	6,9	6,2	5,6	-1,8
29.—30.°	21,0	8,7	9,3	8,2	7,4	7,5	7,8	6,9	7,1	5,2	-3,0
30.—1/V.•	17,4	9,9	11,3	8,6	7,9	7,8	8,3	7,7	8,0	5,7	-2,9
Mittel:	—	—	3,24	1,34	0,65	0,61	0,58	0,84	0,55	-0,39	-1,72

Mai.

Datum. Nacht vom	Lufttemperatur um 5 h. des vorhergegangenen Abends.	Dampfspannung des vorhergegangenen Abends. mm.	Thaupunkt, berechnet.	Minimum der Lufttemperatur, beobachtet.	Minimum der Lufttemperatur in 3 cm Höhe über Torf.	Thon.	Quarzsand.	Kalksand.	Humoser Kalksand. Brach.	Humoser Kalksand. Gras.	Gras + oder − als Luft.
1.— 2.•	14,7	10,4	12,0	9,8	9,7	9,5	9,8	9,4	9,4	9,4	−0,4
2.— 3.°	21,7	11,0	12,6	10,4	10,1	10,1	10,4	9,8	10,0	9,6	−0,8
3.— 4.•	21,5	12,8	15,1	10,8	9,9	10,4	10,4	9,6	10,4	7,4	−3,4
4.— 5.*	16,4	8,0	8,0	4,6	3,2	3,8	4,2	3,2	4,0	0,6	−4,0
5.— 6.•	20,6	10,1	11,7	11,4	10,8	10,8	10,9	10,0	10,8	8,0	−3,4
6.— 7.*	16,6	9,8	11,1	5,2	4,5	4,9	4,8	4,3	4,9	3,3	−1,9
7.— 8.•	14,3	9,3	10,1	7,0	6,6	6,4	6,8	6,2	6,6	7,3	+0,3
8.— 9.•	7,0	7,0	6,0	6,6	6,2	6,2	6,4	5,8	6,2	6,8	+0,2
9.—10.•	12,2	7,7	7,4	7,8	7,6	7,6	7,9	7,3	7,5	7,7	−0,1
10.—11.•	11,0	9,0	9,7	5,8	5,4	5,6	5,6	5,2	5,6	5,4	−0,4
11.—12.•	11,0	6,9	5,7	5,5	4,9	4,9	5,2	4,4	5,0	5,5	0,0
12.—13.•	7,6	6,9	5,7	4,5	3,6	3,7	4,0	3,4	3,8	2,5	−2,0
13.—14.•	7,5	6,5	4,9	2,4	1,6	1,9	2,1	1,6	2,1	1,3	−1,1
14.—15.°	4,2	6,1	4,0	0,8	−0,2	−0,2	0,1	−0,5	−0,2	−0,7	−1,5
15.—16.°	13,3	7,0	6,0	1,5	0,2	0,6	0,7	0,1	0,9	−0,3	−1,8
16.—17.•	15,1	7,3	6,6	6,8	6,2	6,4	6,6	5,8	6,4	5,7	−1,1
17.—18.•	11,8	8,3	8,6	3,7	2,4	2,6	2,7	2,3	2,8	1,8	−1,9
18.—19.•	12,7	7,9	7,8	5,2	4,8	4,9	5,0	4,6	4,7	4,0	−1,2
19.—20.•	10,1	7,6	7,2	5,1	4,5	4,5	4,7	4,3	4,5	4,0	−1,1
20.—21.•	16,0	6,5	4,9	2,6	2,2	2,0	2,4	1,5	2,4	2,6	0,0
21.—22.*	5,2	5,3	2,0	0,0	−0,2	−0,1	−0,3	−0,6	−0,3	−2,0	−2,0
22.—23.•	4,2	5,5	2,4	0,8	0,2	0,2	0,3	0,1	0,3	0,7	−0,1
23.—24.•	11,5	6,8	5,5	1,4	1,1	1,2	1,4	0,9	0,9	0,5	−0,9
24.—25.°	10,4	6,1	4,0	1,9	0,8	0,9	1,0	0,5	1,1	0,9	−1,0
25.—26.°	13,6	6,3	4,4	3,8	2,8	3,1	3,0	2,4	3,2	2,3	−1,5
26.—27.*	10,8	7,1	6,2	2,6	1,9	2,5	2,5	1,6	2,9	1,8	−0,8
27.—28.°	14,3	8,4	8,8	6,7	5,1	5,3	5,1	4,4	5,0	6,7	0,0
28.—29.°	13,1	8,9	9,6	6,0	5,2	5,2	5,2	4,7	5,4	4,6	−1,4
29.—30.•	19,7	8,1	8,2	6,2	5,4	5,2	5,4	4,8	5,1	5,1	−1,1
30.—31.•	17,6	11,8	13,8	10,2	9,7	9,6	9,7	9,3	9,9	8,9	−1,3
31.—1/VI.•	18,8	11,5	13,4	11,5	11,4	11,3	11,1	10,8	11,3	11,5	0,0
Mittel:	—	—	7,85	5,44	4,76	4,87	4,42	4,43	4,92	4,28	−1,16

Juni.

Datum. Nacht vom	Lufttemperatur um 5 h. des vorhergegangenen Abends.	Dampfspannung des vorhergegangenen Abends. mm.	Thaupunkt, berechnet.	Minimum der Lufttemperatur, beobachtet.	Minimum der Lufttemperatur in 3 cm Höhe über Torf.	Thon.	Quarzsand.	Kalksand.	Humoser Kalksand. Brach.	Humoser Kalksand. Gras.	Gras + oder − als Luft.
1.– 2.•	19,3	12,8	15,1	10,6	10,1	9,9	10,0	10,1	9,9	9,2	-1,4
2.– 3.°	23,3	16,1	18,7	10,2	10,1	10,0	10,2	10,1	9,9	9,8	-0,4
3.– 4.•	13,7	8,8	9,5	10,4	10,4	10,0	10,5	9,9	10,1	9,0	-1,4
4.– 5.•	14,2	10,2	11,8	9,3	8,5	8,5	8,7	8,5	8,4	8,0	-1,3
5.– 6.•	15,4	11,9	14,0	11,4	11,7	11,5	11,7	11,5	11,5	11,5	+0,1
6.– 7.•	16,6	12,4	14,6	10,9	10,7	10,5	10,5	10,6	10,6	10,7	-0,2
7.– 8.°	19,4	12,0	14,1	9,6	9,1	8,9	9,4	9,0	9,3	9,5	-0,1
8.– 9.°	22,0	12,4	14,6	11,4	11,2	11,2	11,6	11,0	11,3	11,3	-0,1
9.–10.°	21,2	13,2	15,5	12,4	12,6	12,3	12,7	12,6	12,5	12,4	0,0
10.–11.•	17,4	9,8	11,1	8,3	7,9	7,7	8,4	8,0	8,1	7,0	-1,3
11.–12.*	16,0	7,1	6,2	5,2	4,3	4,2	4,8	4,3	4,9	3,9	-1,3
12.–13.•	16,7	9,6	10,7	11,7	11,7	11,5	12,0	11,6	11,9	11,3	-0,4
13.–14.*	21,8	10,6	12,2	9,9	9,6	9,9	10,5	9,8	10,5	7,3	-2,6
14.–15.°	25,8	11,6	13,5	13,5	13,5	13,7	13,7	13,4	13,8	10,7	-2,8
15.–16.*	24,6	11,8	13,8	9,0	7,2	7,9	7,8	7,5	7,9	5,4	-3,6
16.–17.°	23,6	10,0	11,5	12,4	10,6	11,7	11,6	10,9	11,8	9,3	-3,1
17.–18.*	18,6	8,4	8,8	5,6	2,7	3,5	3,7	3,1	4,0	2,3	-3,3
18.–19.*	17,8	7,7	7,4	4,6	0,2	1,8	1,7	0,9	2,4	-0,1	-4,7
19.–20.*	20,0	7,0	6,0	6,5	2,0	3,6	3,6	2,8	4,2	1,8	-4,7
20.–21.•	23,7	10,1	11,7	9,4	6,2	7,5	7,8	6,8	7,5	6,0	-3,4
21.–22.*	13,7	5,6	2,6	4,9	1,4	2,8	3,2	2,1	3,2	1,0	-3,9
22.–23.•	17,4	9,7	10,9	7,4	4,4	5,9	6,2	5,0	6,1	4,3	-3,1
23.–24.*	21,0	7,8	7,6	6,4	3,3	4,9	4,8	3,8	5,2	2,7	-3,7
24.–25.*	23,5	9,2	9,9	8,7	6,1	7,5	7,6	6,6	7,2	4,6	-4,1
25.–26.*	26,3	9,5	10,5	13,1	12,5	12,7	12,8	12,6	12,7	10,3	-2,8
26.–27.*	20,9	12,9	15,2	8,0	5,5	6,2	6,3	6,2	6,5	4,9	-3,1
27.–28.*	21,4	9,0	9,7	7,5	6,0	6,1	6,5	6,5	6,1	4,4	-3,1
28.–29.°	21,2	12,4	14,6	8,6	7,6	8,0	8,3	7,9	8,1	6,8	-1,8
29.–30.*	15,4	8,0	8,0	5,7	3,5	3,4	4,5	4,0	4,3	2,9	-2,8
30.–1/VII.*	23,4	10,1	11,7	9,6	7,3	8,4	8,5	8,6	8,6	6,9	-2,7
Mittel:	—	—	11,05	9,07	7,60	8,06	8,32	7,86	8,28	6,84	-2,24

Juli.

Datum. Nacht vom	Lufttemperatur um 5 h. des vorhergegangenen Abends.	Dampfspannung des vorhergegangenen Abends. mm.	Thaupunkt, berechnet.	Minimum der Lufttemperatur, beobachtet.	Minimum der Lufttemperatur in 3 cm Höhe über Torf.	Thon.	Quarzsand.	Kalksand.	Humoser Kalksand Brach.	Humoser Kalksand Gras.	Gras + oder − als Luft.
1.— 2.°	24,9	11,2	12,9	13,0	12,2	12,7	12,8	12,6	12,7	10,4	−2,6
2.— 3.°	17,6	13,0	15,3	10,9	9,8	10,0	10,1	10,1	10,1	7,1	−3,8
3.— 4.*	26,1	10,2	11,8	11,5	9,6	10,3	10,6	10,0	10,6	7,4	−4,1
4.— 5.*	28,0	11,8	13,8	15,7	14,9	14,9	15,2	14,8	14,5	12,6	−3,1
5.— 6.•	23,4	13,3	15,6	12,6	11,8	12,6	12,2	11,9	12,2	12,8	+0,2
6.— 7.*	16,6	8,6	9,1	8,0	6,7	7,1	7,1	6,9	7,1	6,1	−1,9
7.— 8.*	19,4	7,9	7,8	7,3	6,0	6,4	6,4	6,1	6,3	4,8	−2,5
8.— 9.*	23,4	10,3	11,9	10,3	7,8	8,5	8,5	7,8	9,0	6,4	−3,9
9.—10.•	27,0	12,3	14,5	15,5	14,9	15,2	15,1	15,0	15,4	15,4	−0,1
10.—11.•	20,3	13,3	15,6	14,6	14,2	14,5	14,4	14,1	14,6	14,6	0,0
11.—12.°	22,0	15,8	18,4	14,8	14,0	14,3	14,0	14,0	14,3	13,9	−0,9
12.—13.°	23,2	13,4	15,7	11,3	9,0	9,9	10,1	9,6	10,0	9,2	−2,1
13.—14.°	25,3	12,5	14,7	16,0	15,1	15,7	16,0	15,3	15,7	15,5	−0,5
14.—15.°	25,3	16,1	18,7	14,8	14,2	14,2	14,3	14,2	14,0	12,7	−2,1
15.—16.°	26,6	14,4	17,0	15,8	15,5	15,5	15,5	15,4	15,4	14,1	−1,7
16.—17.°	20,9	12,4	14,6	8,6	7,1	7,0	7,3	7,2	7,2	5,4	−3,2
17.—18.°	21,3	9,9	11,3	11,4	10,8	11,2	11,0	10,9	11,3	9,7	−1,7
18.—19.*	24,5	13,5	15,9	12,1	10,9	11,3	11,0	10,6	11,2	9,3	−2,8
19.—20.*	28,4	10,7	12,3	14,6	14,3	14,4	14,1	13,8	14,5	12,6	−2,0
20.—21.•	28,1	14,0	16,6	16,0	13,9	13,7	13,5	12,5	13,9	11,4	−4,6
21.—22.*	22,4	15,0	17,6	14,0	13,9	14,1	14,0	13,4	14,1	13,2	−0,8
22.—23.•	25,7	16,4	19,0	14,4	14,3	14,2	14,4	13,6	13,9	13,0	−1,4
23.—24.°	19,4	13,5	15,9	11,7	10,9	10,8	10,7	10,3	10,7	9,9	−1,8
24.—25.*	23,5	11,4	13,2	10,0	8,9	9,1	9,4	8,6	9,1	7,9	−2,1
25.—26.°	26,3	12,4	14,6	12,7	12,1	11,8	12,2	11,5	12,1	11,2	−1,5
26.—27.°	25,7	13,9	16,4	16,4	14,5	14,1	14,1	13,8	14,3	13,0	−3,4
27.—28.°	24,9	17,6	20,2	14,6	15,9	15,7	15,8	15,3	15,7	14,3	−0,3
28.—29.*	25,0	13,5	15,9	12,5	11,6	11,8	11,9	11,4	12,0	10,5	−2,0
29.—30.*	26,6	14,0	16,6	14,0	14,3	14,0	14,2	14,0	13,8	12,0	−2,0
30.—31.*	28,5	13,2	15,5	14,6	14,0	14,0	14,3	13,8	14,3	12,7	−1,9
31.—1/VIII.°	20,4	15,3	17,9	15,0	15,1	14,7	15,2	14,7	14,8	13,8	−1,2
Mittel:	—	—	15,04	13,05	12,20	12,37	12,43	12,07	12,41	11,06	−2,00

August.

Datum. Nacht vom	Lufttemperatur um 5 h. des vorhergegangenen Abends.	Dampfspannung um 5 h. des vorhergegangenen Abends. mm.	Thaupunkt, berechnet.	Minimum der Lufttemperatur, beobachtet.	Minimum der Lufttemperatur in 3 cm Höhe über Torf.	Thon.	Quarzsand.	Kalksand.	Humoser Kalksand Brach.	Humoser Kalksand Gras.	Gras + oder − als Luft.
1.— 2.•	22,0	14,6	17,2	15,2	15,3	15,0	15,2	14,7	15,3	12,7	−2,5
2.— 3.•	23,7	15,1	17,7	13,4	13,7	12,9	13,4	12,5	13,1	13,1	−0,3
3.— 4.°	19,9	10,7	12,3	7,5	6,4	6,3	6,7	6,0	6,5	6,0	−1,5
4.— 5.°	17,9	8,1	8,2	6,0	4,2	4,0	4,5	3,6	4,5	3,8	−2,2
5.— 6.*	19,4	8,5	9,0	5,8	4,0	4,3	4,8	3,5	4,7	3,8	−2,0
6.— 7.*	21,4	7,9	7,8	5,4	4,0	4,3	4,6	4,5	4,9	2,9	−2,5
7.— 8.°	25,7	14,4	17,0	17,4	16,4	17,3	17,1	17,2	17,7	13,4	−4,0
8.— 9.°	27,0	12,1	14,2	15,2	15,2	15,7	15,8	15,5	15,8	14,3	−0,9
9.—10.*	26,8	11,0	12,6	13,6	13,6	12,9	13,5	13,9	13,5	10,3	−3,3
10.—11.°	15,5	12,1	14,2	8,5	8,0	7,7	8,1	8,2	8,0	6,8	−1,7
11.—12.°	17,3	7,6	7,2	6,0	4,0	4,5	4,9	4,9	5,2	3,4	−2,6
12.—13.*	18,8	8,0	8,0	7,0	5,4	5,6	6,0	6,1	6,7	4,4	−2,6
13.—14.•	20,9	13,4	15,7	14,0	13,9	14,0	14,2	13,6	14,1	13,0	−1,0
14.—15.•	18,9	12,5	14,7	11,6	11,6	11,7	11,8	11,3	11,7	10,3	−1,3
15.—16.*	19,6	11,0	12,6	9,6	8,2	8,6	8,9	8,0	9,2	7,6	−2,0
16 —17.°	16,3	12,5	14,7	12,4	9,4	11,0	11,3	11,1	11,8	9,6	−2,8
17.—18.•	18,6	11,8	13,8	9,8	9,6	9,4	9,6	9,1	9,8	9,0	−0,8
18.—19.•	12,1	8,7	9,3	9,8	8,6	8,4	8,6	8,0	8,8	8,4	−1,4
19.—20.*	12,2	8,9	9,6	4,9	3,3	3,2	3,3	2,9	3,8	2,2	−2,7
20.—21.•	14,8	8,9	9,6	9,0	9,1	9,1	9,3	8,6	9,5	9,2	+0,2
21.—22.°	12,8	10,1	11,7	9,0	8,9	8,6	8,9	8,3	9,2	8,2	−0,8
22.—23.*	14,2	9,0	9,7	4,0	3,0	3,1	3,2	2,7	3,4	1,8	−2,2
23.—24.*	17,3	8,6	9,1	3,5	2,3	2,9	3,3	2,3	3,3	1,4	−2,1
24.—25.*	18,6	9,0	9,7	4,8	2,4	2,9	3,4	2,2	3,8	2,4	−2,4
25.—26.*	21,0	9,5	10,5	6,5	4,8	5,0	5,3	4,6	6,0	3,8	−2,7
26.—27.*	23,6	12,3	14,5	9,4	7,3	7,4	7,8	7,0	8,8	6,2	−3,2
27.—28.*	24,5	12,4	14,6	9,3	7,0	7,2	7,6	6,4	8,1	5,8	−3,5
28.—29.*	26,9	15,1	17,7	12,6	11,6	11,6	12,0	12,1	12,2	11,4	−1,2
29.—30.*	17,6	12,9	15,2	10,0	8,6	9,2	8,9	9,2	9,2	7,4	−2,6
30.—31.*	23,6	13,4	15,7	11,7	11,1	11,6	11,4	11,4	11,7	9,2	−2,5
31.—1./IX.•	26,1	12,4	14,6	15,0	15,1	14,4	13,8	15,3	15,2	14,8	−0,2
Mittel.	—	—	12,53	9,61	8,58	8,70	8,94	8,54	9,21	7,63	−1,98

September.

Datum. Nacht vom	Lufttemperatur um 5 h. des vorhergegangenen Abends.	Dampfspannung um 5 h. des vorhergegangenen Abends. mm.	Thaupunkt, berechnet.	Minimum der Lufttemperatur, beobachtet.	Minimum der Lufttemperatur in 3 cm Höhe über: Torf.	Thon.	Quarzsand.	Kalksand.	Humoser Kalksand: Brach.	Humoser Kalksand: Gras.	Gras + oder − als Luft.
1.— 2.*	21,1	14,2	16,8	12,1	10,9	11,5	11,5	11,1	11,5	9,7	-2,4
2.— 3.•	25,2	11,9	14,0	13,5	13,4	13,6	13,7	13,5	12,9	13,4	-0,1
3.— 4.*	19,4	13,5	15,9	11,7	10,7	11,4	11,5	11,3	10,9	10,2	-1,5
4.— 5.°	19,8	14,0	16,6	12,9	12,6	12,8	13,1	12,8	12,4	11,8	-1,1
5.— 6.•	20,0	11,5	13,4	15,6	15,6	15,6	15,9	15,6	15,1	14,4	-1,2
6.— 7.*	21,5	13,5	15,9	12,8	12,1	12,2	12,3	12,4	12,0	10,6	-2,2
7.— 8.•	22,8	12,6	14,9	12,2	12,2	12,6	11,7	12,4	12,0	12,7	+0,5
8.— 9.•	12,2	10,3	11,9	10,4	10,7	11,0	11,1	12,3	10,6	10,7	+0,3
9.—10.•	13,0	10,8	12,4	11,2	11,5	11,6	11,7	12,4	11,2	11,7	+0,5
10.—11.*	16,0	10,4	12,0	7,3	6,3	6,5	6,6	6,5	6,3	5,2	-2,1
11.—12.•	16,5	10,1	11,7	9,7	8,9	9,1	9,5	9,3	8,8	7,8	-1,9
12.—13.°	17,3	11,5	13,4	11,0	10,9	11,0	11,4	11,1	10,8	9,8	-1,2
13.—14.•	15,0	10,5	12,1	7,5	8,2	8,0	8,4	8,2	8,6	8,6	+1,1
14.—15.°	12,3	8,8	9,5	3,4	2,8	3,2	3,5	3,4	2,8	1,8	-1,6
15.—16.*	14,3	9,7	10,9	3,2	1,2	1,7	1,8	1,9	1,3	0,8	-2,4
16.—17.*	17,4	9,8	11,1	4,0	3,5	3,5	3,8	3,9	3,4	2,4	-1,6
17.—18.*	18,7	11,1	12,7	5,5	4,7	4,7	5,0	5,0	4,3	3,2	-2,3
18.—19.*	20,2	11,5	13,4	8,6	8,0	8,2	8,5	8,5	8,5	6,1	-2,5
19.—20.°	16,4	10,1	11,7	9,2	8,9	8,7	9,2	9,2	9,0	6,6	-2,6
20.—21.•	10,7	9,1	9,8	5,3	3,8	4,2	4,5	4,4	3,8	2,3	-3,0
21.—22.*	9,3	4,8	0,7	-1,8	-3,1	-2,8	-2,4	-2,0	-2,7	-4,5	-2,7
22.—23.*	12,6	6,6	5,1	3,4	2,4	2,4	2,8	3,1	2,2	0,1	-3,3
23.—24.°	14,7	8,2	8,4	4,2	4,1	4,0	4,2	4,7	4,7	2,0	-2,2
24.—25.*	9,9	5,7	2,8	1,4	0,9	1,4	1,0	1,4	1,5	-1,2	-2,6
25.—26.*	10,1	5,5	2,4	-2,8	-3,2	-3,6	-3,1	-2,6	-3,6	-5,2	-2,4
26.—27.*	12,5	6,3	4,4	-1,9	-3,2	-2,5	-2,8	-2,4	-2,8	-5,0	-3,1
27.—28.°	13,1	7,6	7,2	3,7	2,7	2,6	2,9	3,1	3,0	1,0	-2,7
28.—29.°	10,5	7,8	7,6	5,6	4,6	4,5	4,9	5,3	4,7	2,5	-3,1
29.—30.°	8,1	7,3	6,6	-1,5	-2,6	-2,7	-2,4	-1,9	-2,8	-4,0	-2,5
30.—1/X.°	8,3	6,7	5,3	1,5	0,0	0,0	0,4	0,7	0,1	-1,4	-2,9
Mittel:	—	—	10,35	6,63	5,98	6,15	6,34	6,49	6,02	4,80	-1,82

Bei näherem Eingehen auf die mitgetheilten Zahlen ergiebt sich deutlich,

1) daß der aus der psychrometrischen Differenz berechnete Thaupunkt nur in sehr wenigen Fällen mit dem beobachteten Minimum der Lufttemperatur übereinstimmte, meistens höher, in einigen Fällen tiefer gelegen war als letzteres,
2) daß die unter dem Gefrierpunkt gelegenen Minima der Lufttemperatur in der Mehrzahl der Fälle durch die Ermittelungen des Thaupunktes nicht angezeigt wurden,
3) daß die Temperaturminima der Luft in unmittelbarer Nähe der Bodenoberfläche meist beträchtlich tiefer lagen als jene der Luft in 1,5 m Höhe und daß die betreffenden Differenzen bei dem mit Pflanzen bedeckten Boden am größten und ziemlich beträchtlich waren.

Für die ad 1 und 2 aufgestellten Sätze kommen natürlich nur jene Beobachtungen in Betracht, welche sich auf klare, d. h. auf solche Nächte beziehen, in welchen die Bedingungen zur Thaubildung gegeben waren. In 69 klaren Nächten war der vorausgesagte Thaupunkt, wenn Differenzen von 0,5° außer Acht gelassen werden, in 59 Fällen höher, in 7 Fällen niedriger und nur in 3 Fällen ebenso hoch wie das beobachtete Minimum der Lufttemperatur.

Zieht man die Frostnächte in Betracht, so zeigt sich, daß in den Monaten April, Mai und September die Lufttemperatur in 1,5 m Höhe 17 mal unter den Gefrierpunkt sank, während der Eintritt von Frost durch die Thaupunktmethode nur 6 mal vorausgesagt wurde.

Unter Berücksichtigung dieser außerordentlich großen Zahl von Abweichungen, sowie der meist ziemlich beträchtlichen Differenzen zwischen dem Minimum der Lufttemperatur und dem vorausbestimmten Thaupunkt wird ohne Weiteres gefolgert werden dürfen, daß die Methode der Voraussage der Nachtfröste mittelst Bestimmung des Thaupunktes ungenaue Resultate liefert.

Ergeben sich nun schon sehr bedeutende Abweichungen zwischen den Resultaten der Prognose und der beobachteten Lufttemperatur in 1,5 m Höhe, so ist dies in noch viel höherem Grade der Fall bezüglich der in nächster Nähe der Erdoberfläche ermittelten Minima. Wie die Zahlen

zeigen liegen letztere mit wenigen Ausnahmen tiefer als jene in 1,5 m Höhe und sind die diesbezüglichen Differenzen bei dem mit einer Pflanzendecke bedeckten Boden besonders auffällig. Diese Thatsachen sind bei Beurtheilung vorliegender Frage offenbar von größter Wichtigkeit, weil die unter dem Gefrierpunkt gelegenen Temperaturen in den untersten Luftschichten, in welchen sich die Pflanzen befinden, bezüglich der Frostgefahr ausschließlich in Betracht zu ziehen sind.

Die Thatsache, daß die Temperatur der Luftschichten an der Bodenoberfläche meist niedriger gelegen ist als jene der höheren in solchen Fällen, wo in Folge vollständiger Klarheit des Himmels Thaubildung stattgefunden haben muß, läßt erkennen, daß die Wirkungen der bei der Kondensation des Wasserdampfes frei werdenden Wärmemenge auf die Temperatur der umgebenden Luftschichten überschätzt worden sind. Diese Wärmemenge ist offenbar viel zu gering, um dauernd die Temperatur der untersten Luftschichten zu erhöhen und den Einfluß der übrigen für dieselbe maßgebenden Faktoren herabzusetzen. Abgesehen von den hierfür mit zwingender Nothwendigkeit sprechenden Ergebnissen vorliegender Untersuchungen, läßt sich zur Begründung dieser Behauptung die Thatsache verwerthen, daß die bei der Absorption von Wasserdampf und Gasen durch trockenen Boden[1]) herbeigeführte Temperatursteigerung gleichergestalt nur von vorübergehender Wirkung ist.

Die Thaubildung findet je nach äußeren Umständen in Bezug auf die Dauer des Vorgangs in verschiedener Weise statt. Es kann sich auf den Pflanzen innerhalb eines kurzen Zeitraumes viel Thau bilden, oder der Vorgang erstreckt sich auf den größten Theil der Nacht. Im ersteren Fall wird die in grösseren Mengen frei werdende Wärme möglicherweise den Einfluß der übrigen Faktoren alteriren, d. h. eine Temperaturerhöhung der umgebenden Luftschichten innerhalb gewisser Grenzen herbeiführen, aber diese Wirkung wird nur von kurzer Dauer sein können, weil in dem übrigen Theil der Nacht die Kondensation des Wasserdampfes nur eine geringe ist. Erstreckt sich der Vorgang über die ganze Nacht oder doch über einen großen Theil derselben, so ist die innerhalb der Zeiteinheit gebildete Wärmemenge zu gering, um irgend welche merkbare Wirkungen auf die Temperatur der umgebenden Luftschichten auszuüben.

---

[1]) Vergl. diese Zeitschrift. Bd. V. 1882. S. 210. und Bd. VII. 1884. S. 408.



In keinem Falle werden aber, wie die mitgetheilten Zahlen zur Genüge darthun, die Wirkungen der nächtlichen Strahlung auf die Wärmeverhältnisse der untersten Luftschichte durch die bei der Thaubildung frei werdende Wärme aufgehoben, im Gegentheil erweist sich jener Faktor in dieser Richtung von maßgebendstem Einfluß, wie schon aus der Thatsache hervorgeht, daß die Luft unmittelbar über den Pflanzen sich weit beträchtlicher abkühlt[1]) als über den nackten Böden, obwohl auf jenen eine weit ergiebigere Thaubildung als auf diesen stattfindet. Daß für die Erkaltung der untersten Luftschichte die Strahlung und nicht die bei der Verdichtung des Wasserdampfes frei werdende Wärme von hauptsächlichster Bedeutung ist, ergiebt sich übrigens auch aus dem eigenthümlichen Verhalten der Moorböden im Frühjahr und Herbst. Bekanntlich treten auf letzteren Nachtfröste viel häufiger als auf anderen Bodenarten, und nicht selten noch während der wärmeren Jahreszeit auf, trotzdem die Luft über den Mooren in Folge der starken Verdunstung reichlich mit Feuchtigkeit versehen und dieserhalb der Thaupunkt meist ziemlich hoch über dem Gefrierpunkt gelegen ist.

Faßt man die zuletzt berührten Verhältnisse und die bezüglichen, hier mitgetheilten Versuchsergebnisse in das Auge, so gelangt man zu dem Schluß, daß die auf der Ermittelung des Thaupunktes basirende Methode der Voraussage der Nachtfröste brauchbare Resultate nicht zu liefern vermag, und zwar, weil die Wirkungen der an der Bodenoberfläche stattfindenden nächtlichen Strahlung, von welcher hauptsächlich die Abkühlung der untersten Luftschichten beherrscht wird, bei der Prognosestellung nicht berücksichtigt werden und sich im Voraus nicht bestimmen lassen.

---

[1]) Bemerkenswerth ist die Thatsache, daß auch in bewölkten Nächten die Temperatur der Luft über den Böden, noch mehr über den Pflanzen, tiefer sinken kann als in 1,5 m Höhe. Erklärlich wird dies, wenn man berücksichtigt, daß auch unter solchen Umständen immer noch eine Ausstrahlung stattfindet, die freilich weniger intensiv ist als bei klarem Himmel. Die vielfach verbreitete Ansicht, daß bei dem Vorhandensein einer Wolkendecke überhaupt die nächtliche Strahlung und damit auch die Thaubildung sistirt sei, wird durch solche, sowie durch jene Beobachtungen widerlegt, nach welchen Thau bei bedecktem Himmel gebildet werden kann.

II. Die Kammermann'sche Methode.

Während die bisher behandelte Methode eine theoretische, allerdings, wie gezeigt, einseitige Begründung besitzt, ist diejenige von *A. Kammermann* eine rein empirische. Genannter Forscher will nämlich gefunden haben, daß das Verhältniß der mittelst des Thermometers mit feuchter Kugel ermittelten Temperatur zum nächtlichen Minimum der Lufttemperatur während des ganzen Jahres fast konstant bleibe. Es sei daher nur nöthig, so viel Grade, als jener als konstant befundenen Differenz entsprechen, von der durch das feuchte Thermometer ermittelten Temperatur in Abzug zu bringen, um das nächtliche Minimum mit ziemlicher Sicherheit voraussagen zu können.

Für Genf fand *Kammermann* fragliche Differenz zu nahezu 4° *C.* (3,8° *C.*). *J. Berthold*[1]) stellte fest, daß dieser Werth auch für Schneeberg in Sachsen annähernd Giltigkeit habe, indem an diesem Ort die Abweichung im Jahresmittel nur 0,3° betrug (4,1° *C*).

Obwohl schon durch die Ausführungen des vorhergehenden Abschnittes nachgewiesen worden ist, daß die Temperatur an der Bodenoberfläche wesentlich von der in größerer Höhe abweicht, und hieraus von vornherein geschlossen werden muß, daß auch die *Kammermann*'sche, ebensowenig wie die Thaupunkt-Methode für die Prognose auf Nachtfrost geeignet ist, so dürfte es doch nicht unwichtig erscheinen, an dieser Stelle der Frage näher zu treten, ob ein so auffallend konstantes Verhältniß zwischen den Angaben des feuchten Thermometers und dem nächtlichen Minimum aller Orten bestehe, wie solches von *Kammermann* angenommen wird.

Die Beobachtungen, welche bereits im ersten Abschnitt mitgetheilt wurden, lieferten gleichzeitig das Material, um letzterer Frage näher treten zu können. Die betreffenden Daten sind in folgenden Tabellen übersichtlich zusammengestellt worden.

---

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. IX. 1886. S. 349.

1887.

Datum. Nacht vom	Temperatur des feuchten Thermometers.	Minimum der Lufttemperatur.	Differenz.	Datum. Nacht vom	Temperatur des feuchten Thermometers.	Minimum der Lufttemperatur.	Differenz.
April.				**Mai.**			
2.— 3.°	7,8	−0,2	8,0	1.— 2.•	13,1	9,8	3,3
3.— 4.*	5,5	−2,2	7,7	2.— 3.°	16,6	10,4	4,2
4.— 5.*	9,1	−0,1	9,2	3.— 4.•	17,7	10,8	6,9
5.— 6.°	12,3	1,3	11,0	4.— 5.*	12,1	4,6	7,5
6.— 7.*	11,2	0,0	11,2	5.— 6.•	15,4	11,4	4,0
7.— 8.•	10,7	3,2	7,5	6.— 7.*	13,5	5,2	8,3
8.— 9.°	4,7	−0,2	4,9	7.— 8.•	12,1	7,0	5,1
9.—10.*	3,5	−4,2	7,7	8.— 9.•	6,6	6,6	0,0
10.—11.*	4,7	−0,4	5,1	9.—10.•	9,8	7,8	2,0
11.—12.*	7,6	−2,6	10,2	10.—11.•	10,4	5,8	4,6
12.—13.°	8,4	3,6	4,8	11.—12.•	8,5	5,5	3,0
13.—14.•	8,0	2,4	5,6	12.—13.•	6,8	4,5	2,3
14.—15.•	2,0	−2,8	4,8	13.—14.•	6,4	2,4	4,0
15.—16.°	0,0	−6,8	6,8	14.—15.°	4,1	0,8	3,3
16.—17.•	−1,3	−7,2	5,9	15.—16.°	9,8	1,5	8,3
17.—18.*	0,0	−6,8	6,8	16.—17.•	10,9	6,8	4,1
18.—19.*	4,5	−1,2	5,7	17.—18.•	10,2	3,7	6,5
19.—20.•	7,2	4,8	2,4	18.—19.•	10,2	5,2	5,0
20.—21.*	9,6	0,1	9,5	19.—20.•	8,7	5,1	3,6
21.—22.*	10,4	−1,0	11,4	20.—21.•	10,6	2,6	8,0
22.—23.°	12,6	4,7	7,9	21.—22.*	3,9	0,0	3,9
23.—24.•	13,4	9,6	3,8	22.—23.•	3,5	0,8	2,7
24.—25.•	13,6	8,8	4,8	23.—24.•	8,7	1,4	7,3
25.—26.•	9,6	5,8	3,8	24.—25.°	7,5	1,9	6,6
26.—27.°	5,3	3,6	1,7	25.—26.°	9,3	3,8	5,5
27.—28.*	7,4	2,4	5,0	26.—27.*	8,6	2,6	6,0
28.—29.•	12,0	7,4	4,6	27.—28.°	11,4	6,7	4,7
29.—30.°	14,6	8,2	6,4	28.—29.°	11,2	6,0	5,2
30.—1/V.•	14,0	8,6	5,4	29.—30.•	13,6	6,2	7,0
				30.—31.•	15,4	10,2	5,2
Mittel:	7,88	1,34	6,54	31.—1/VI.•	15,7	11,5	4,2
				Mittel:	10,39	5,44	4,95

Juni.

Datum. Nacht vom	Temperatur des feuchten Thermometers.	Minimum der Lufttemperatur.	Differenz.
1.— 2.•	16,8	10,6	6,2
2.— 3.°	20,4	10,2	10,2
3.— 4.•	11,4	10,4	1,0
4.— 5.•	12,8	9,3	3,5
5.— 6.•	14,6	11,4	3,2
6.— 7.•	15,5	10,9	4,6
7.— 8.°	16,3	9,6	6,7
8.— 9.°	17,6	11,4	6,2
9.—10.°	17,8	12,4	5,4
10.—11.•	13,9	8,3	5,6
11.—12.*	11,1	5,2	5,9
12.—13.•	13,4	11,7	1,7
13.—14.*	16,3	9,9	6,4
14.—15.°	18,5	13,5	5,0
15.—16.*	18,2	9,0	9,2
16.—17.°	16,6	12,4	4,2
17.—18.*	13,3	5,6	7,7
18.—19.*	12,4	4,6	7,8
19.—20.*	12,9	6,5	6,4
20.—21.•	16,7	9,4	7,3
21.—22.*	8,7	4,9	3,8
22.—23.°	13,8	7,4	6,4
23.—24.*	14,0	6,4	7,6
24.—25.*	16,0	8,7	7,3
25.—26.*	17,3	13,1	4,2
26.—27.*	17,5	8,0	9,5
27.—28.*	15,0	7,5	7,5
28.—29.°	17,3	8,6	8,7
29.—30.*	11,6	5,7	5,9
30.—1/VII.*	16,6	9,6	7,0
Mittel:	15,14	9,07	6,07

Juli.

Datum. Nacht vom	Temperatur des feuchten Thermometers.	Minimum der Lufttemperatur.	Differenz.
1.— 2.°	17,9	13,0	4,6
2.— 3.°	16,3	10,9	5,4
3.— 4.*	17,7	11,5	6,2
4.— 5.*	19,4	15,7	3,7
5.— 6.•	18,7	12,6	6,1
6.— 7.*	12,6	8,0	4,6
7.— 8.*	13,3	7,3	6,0
8.— 9.*	16,7	10,3	6,4
9.—10.•	19,4	15,5	3,9
10.—11.•	17,5	14,6	2,9
11.—12.°	19,7	14,8	4,9
12.—13.°	18,7	11,3	7,4
13.—14.°	18,9	16,0	2,9
14.—15.°	21,1	14,8	6,3
15.—16.°	20,5	15,8	4,7
16.—17.°	17,2	8,6	9,4
17.—18.°	15,6	11,4	4,2
18.—19.*	19,2	12,1	7,1
19.—20.*	18,9	14,6	4,3
20.—21.•	20,8	16,0	4,8
21.—22.*	19,4	14,0	5,4
22.—23.•	21,4	14,4	7,0
23.—24.°	17,3	11,7	5,6
24.—25.*	17,5	10,0	7,5
25.—26.°	19,2	12,7	6,5
26.—27.°	19,9	16,4	3,5
27.—28.°	21,8	14,6	7,2
28.—29.*	19,4	12,5	6,9
29.—30.*	20,3	14,0	6,3
30.—31.*	20,5	14,6	5,9
31.—1/VIII.°	18,8	15,0	3,8
Mittel:	18,57	13,05	5,52

August.

Datum. Nacht vom	Temperatur des feuchten Thermometers.	Minimum der Lufttemperatur.	Differenz.
1.— 2.•	19,0	15,2	3,8
2.— 3.•	19,9	13,4	6,5
3.— 4.°	15,6	7,5	8,1
4.— 5.°	12,8	6,0	6,8
5.— 6.*	13,8	5,8	8,0
6.— 7.*	14,2	5,4	8,8
7.— 8.°	20,2	17,4	2,8
8.— 9.°	19,3	15,2	4,1
9.—10.*	18,5	13,6	4,9
10.—11.°	14,7	8,5	6,2
11.—12.°	12,1	6,0	6,1
12.—13.*	13,1	7,0	6,1
13.—14.•	17,8	14,0	3,8
14.—15.•	16,4	11,6	4,8
15.—16.*	15,7	9,6	6,1
16.—17.°	15,4	12,4	3,0
17.—18.•	15,8	9,8	6,0
18.—19.•	10,6	9,8	0,8
19.—20.*	10,9	4,9	6,0
20.—21.•	12,0	9,0	3,0
21.—22.°	12,1	9,0	3,1
22.—23.*	11,8	4,0	7,8
23.—24.*	13,0	3,5	9,5
24.—25.*	13,8	4,8	9,0
25.—26.*	15,2	6,5	8,7
26.—27.*	18,1	9,4	8,7
27.—28.*	18,5	9,3	9,2
28.—29.*	21,0	12,6	8,4
29.—30.*	16,2	10,0	6,2
30.—31.*	18,8	11,7	7,1
31.—1/IX.•	19,1	15,0	4,1
Mittel:	15,66	9,61	6,05

September.

Datum. Nacht vom	Temperatur des feuchten Thermometers.	Minimum der Lufttemperatur.	Differenz.
1.— 2.*	18,4	12,1	6,3
2.— 3.•	18,5	13,5	5,0
3.— 4.*	17,3	11,7	5,6
4.— 5.°	17,8	12,9	4,9
5.— 6.•	16,2	15,6	0,6
6.— 7.*	18,1	12,8	5,3
7.— 8.•	18,0	12,2	5,8
8.— 9.•	12,0	10,4	1,6
9.—10.•	12,7	11,2	1,5
10.—11.*	13,7	7,3	6,4
11.—12.•	13,7	9,7	4,0
12.—13.°	15,1	11,0	4,1
13.—14.•	13,3	7,5	5,8
14.—15.°	10,8	3,4	7,4
15.—16.*	12,4	3,2	9,2
16.—17.*	13,9	4,0	9,9
17.—18.*	15,4	5,5	9,9
18.—19.*	16,3	8,6	7,7
19.—20.°	13,7	9,2	4,5
20.—21.•	10,3	5,3	5,0
21.—22.*	5,7	−1,8	7,5
22.—23.*	9,1	3,4	5,7
23.—24.°	11,4	4,2	7,2
24.—25.*	6,9	1,4	5,5
25.—26.*	6,8	−2,8	9,6
26.—27.*	8,8	−1,9	10,7
27.—28.°	10,2	3,7	6,5
28.—29.°	9,1	5,6	3,5
29.—30.°	7,4	−1,5	8,9
30.—1/X.°	7,0	1,5	5,5
Mittel:	12,67	6,63	6,04

Wenn man, wie dies *Kammermann* und *Berthold* bei Beurtheilung der Brauchbarkeit der Methode gethan haben, nur die monatlichen Mittel in Betracht zieht, dann ergiebt sich, wie die Zahlen zeigen, allerdings eine ziemlich konstante Differenz zwischen den Angaben des feuchten und des Minimum-Thermometers in 1,5 m Höhe. Für die vorliegende Oertlichkeit beträgt diese Differenz im Mittel 5,91° *C.*, mit Abweichungen von + 0,53 und — 0,96°. Allein bei näherer Betrachtung der Einzelfälle treten so bedeutende Unterschiede hervor, daß die Sicherheit der mittelst fraglichen Verfahrens gewonnenen Resultate dadurch mehr oder weniger vollständig in Frage gestellt wird, obwohl, wie nicht zu verkennen ist, die nach der *Kammermann*'schen Methode ermittelten Werthe besser als die nach der Thaupunktmethode gewonnenen mit dem Minimum der Luft in 1,5 m Höhe übereinstimmen. Es geht dies deutlich aus folgender Zusammenstellung hervor, in welcher nur jene Beobachtungen berücksichtigt worden sind, welche bei klaren Nächten gemacht wurden.

Datum. Nacht vom	Thaupunkt-	*Kammermann*'sche Methode.	Minimum der Lufttemperatur.
3.— 4. April	1,1	— 0,4	— 2,2
4.— 5. „	3,7	3,2	— 0,1
6.— 7. „	3,7	5,2	0,0
9.—10. „	— 5,5	— 2,4	— 4,2
10.—11. „	— 1,9	— 1,2	— 0,4
11.—12. „	1,1	1,7	— 2,6
17.—18. „	— 3,1	— 5,9	— 6,8
18.—19. „	— 0,4	— 1,2	— 1,2
20.—21. „	3,1	3,7	0,1
21.—22. „	4,2	4,5	— 1,0
27.—28. „	2,4	1,5	2,4
4.— 5. Mai	8,0	6,2	4,6
6.— 7. „	11,1	7,6	5,2
21.—22. „	5,3	— 2,0	2,0
26.—27. „	7,1	2,7	6,2
11.—12. Juni	6,2	5,2	5,2
13.—14. „	12,2	10,4	9,9
15.—16. „	13,8	12,3	9,0

Datum. Nacht vom	Thaupunkt-	*Kammermann*'sche Methode.	Minimum der Lufttemperatur.
17.—18. Juni	8,8	7,4	5,6
18.—19. „	7,4	6,5	4,6
19.—20. „	6,0	7,0	6,5
21.—22. „	2,6	2,8	4,9
23.—24. „	7,6	8,1	6,4
24.—25. „	9,9	10,1	8,7
25.—26. „	10,5	11,4	13,1
26.—27. „	15,2	11,6	18,0
27.—28. „	9,7	9,1	7,5
29.—30. „	8,0	5,7	5,7
30.—1/VII.	11,7	10,7	9,6
3.— 4. Juli	11,8	11,8	11,5
4.— 5. „	13,8	13,5	15,7
6.— 7. „	9,1	6,7	8,0
7.— 8. „	7,8	7,4	7,3
8.— 9. „	11,9	10,8	10,3
18.—19. „	15,9	13,3	12,1
19.—20. „	12,3	13,0	14,6
21.—22. „	17,6	13,5	14,0
24.—25. „	13,2	11,6	10,0
28.—29. „	15,9	13,5	12,5
29.—30. „	16,6	14,4	14,0
30.—31. „	15,5	14,6	14,6
5.— 6. August	9,0	7,9	5,8
6.— 7. „	7,8	8,3	5,4
9.—10. „	12,6	12,6	13,6
12.—13. „	8,0	7,2	7,0
15.—16. „	12,6	9,8	9,6
19.—20. „	9,6	5,0	4,9
22.—23. „	9,7	5,9	4,0
23.—24. „	9,1	7,1	3,5
24.—25. „	9,7	7,9	4,8
25.—26. „	10,5	9,3	6,5
26.—27. „	14,5	12,2	9,4

Datum. Nacht vom	Thaupunkt-	*Kammermann*'sche Methode.	Minimum der Lufttemperatur.
27.—28. August	14,6	12,6	9,3
28.—29. „	17,7	15,1	12,6
29.—30. „	15,2	10,3	10,0
30.—31. „	15,7	12,9	11,7
1.— 2. September	16,8	12,5	12,1
3.— 4. „	15,9	11,4	11,7
6.— 7. „	15,9	12,2	12,8
10.—11. „	12,0	7,8	7,3
15.—16. „	10,9	6,5	3,2
16.—17. „	11,1	8,0	4,0
17.—18. „	12,7	9,5	5,5
18.—19. „	13,4	10,4	8,6
21.—22. „	0,7	— 0,2	— 1,8
22.—23. „	5,1	3,2	3,4
24.—25. „	2,8	1,0	1,4
25.—26. „	2,4	0,9	— 2,8
26.—27. „	4,4	2,9	— 1,9.

Wenn sonach die Differenzen zwischen dem beobachteten und dem vorausbestimmten Minimum der Lufttemperatur bei der *Kammermann*'schen Methode in der Mehrzahl der Fälle beträchtlich geringer sind als bei der Thaupunktmethode, so ist die Zahl der Abweichungen immerhin groß genug, um die bezüglich der Verwendbarkeit jenes Verfahrens in der Praxis oben ausgesprochene Ansicht als gerechtfertigt erscheinen zu lassen. Dies wäre auch bei größerer Uebereinstimmung der betreffenden Daten der Fall, weil, wie oben hinlänglich dargethan wurde, der Gang der Temperatur an der Bodenoberfläche ein anderer ist, als in einiger Entfernung über derselben und besonders die Wirkungen der nächtlichen Strahlung sich in keinem Falle vorausbestimmen lassen.

Sollte es dennoch gelingen, im Laufe der Zeit ein Verfahren ausfindig zu machen, welches auch letzterem Moment Rechnung tragen würde, so bliebe vor Allem zu berücksichtigen, daß die Praxis sich nicht mit einer Prognosenstellung begnügen kann, welche eine möglichst hohe Zahl von Treffern zu liefern im Stande ist, sondern in Ansehung der hohen Werthe, welche die in Frage kommen-

den Kulturen repräsentiren, die Anforderung zu stellen hat, daß jede einzelne Voraussage absolut sicher sei. Wie schon eingangs bemerkt wurde, hat die Vorausbestimmung der Nachtfröste nur für die Wein-, Obst- und Gartenkulturen Bedeutung, weil nur diese die Anwendung von Schutzvorrichtungen nothwendig machen, während dies bei dem Feldbau, wegen größerer Ausdehnung der Flächen und niedrigen Werthes der Produkte nicht lohnend wäre. Zieht man in Betracht, welchen außerordentlichen Schaden ein einziger Nachtfrost in den bezeichneten Kulturen anzurichten im Stande ist, so wird man zugeben müssen, daß dem Praktiker nur mit einer absolut zuverlässigen Methode gedient sein kann. So lange eine solche nicht ausfindig gemacht worden ist, wird er wie bisher aus den der empirischen Erfahrung entlehnten Kennzeichen den Eintritt von Nachtfrost im Voraus zu bestimmen suchen müssen.

Will man die Reben und Obstbäume vor den Nachtheilen der Nachtfröste durch Verbreitung von Rauch über den Gärten bewahren, so bedient man sich übrigens am besten der von dem Telegraphen-Inspektor *Lestelle* in Mont de Marsan ersonnenen Vorrichtung[1]), die es ermöglicht, mittelst der Elektrizität das Entzünden stark qualmender, zwischen den Pflanzenreihen aufgeschichteter Brennmaterialien herbeizuführen. Bei einem Stand des in den Kulturen angebrachten Thermometers von zwei Grad schließt das Quecksilber in demselben den Kreislauf eines elektrischen Stromes. Ein eigener Apparat nimmt diesen Strom auf und theilt ihn unter Steigerung seiner Ausdehnung dem durch den ganzen Garten geleiteten Telegraphen mit, durch welchen dann die vorher vorbereiteten Brennmaterialien entzündet werden. Das Thermometer besorgt mithin die ganze Arbeit, ohne daß man sich weiter um die Feuerherde zu bemühen braucht, mit Ausnahme der Erneuerung des Brennmaterials und des Zündstoffs.

---

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. VII. 1884. S. 440.

Neue Litteratur.

C. Ferrari. **Beziehungen zwischen den Gewittern und der Vertheilung der meteorologischen Elemente nach der Höhe.** Atti della R. Accademia dei Lincei. Rendiconti. 1887. Ser. 4. Vol. III. p. 531 und „Naturwissenschaftliche Rundschau“ 1887. Nr. 43. S. 372.

Nachdem Verf. aus den synoptischen Wetterkarten der Jahre 1880/81 die Gesetzmäßigkeit abgeleitet hat, welche bei jedem Gewitter die Vertheilung der einzelnen meteorologischen Elemente, Temperatur, Luftdruck und Feuchtigkeit, im Verhältniß zu dem Gewitter darbietet, hat er aus dem sehr reichen Beobachtungsmaterial der Jahre 1882 und 1883 diese Untersuchung noch auf die Ermittelung derselben Beziehungen in verschiedenen Höhen über dem Meeresspiegel ausgedehnt. Die Beobachtungen, welche dieser Untersuchung unterzogen wurden, stammen aus sämmtlichen italienischen Stationen und aus den Zentralstationen der Schweiz und Oesterreichs. Aus dem gesammelten Material wurden Karten des gleichen Drucks und der gleichen Temperatur entworfen für den Meeresspiegel wie für die Höhen: 100, 200, 500, 600, 1000, 1200 und 2000 m. Die so erhaltenen Isobaren- und Isothermenkarten für verschiedene Höhen lehren nun Folgendes:

Vom Meeresniveau bis zu den höchsten Schichten, für welche Beobachtungen vorliegen, findet man das früher aufgestellte Gesetz für die Beziehungen zwischen dem Gewitter und den verschiedenen meteorologischen Elementen giltig. Auf jeder Karte sieht man, daß dem Gewitter eine Depression des Luftdruckes und ein Ansteigen der Isothermen vorangeht, und daß ihm eine Steigerung des Luftdrucks und Abnahme der Temperatur folgt. Die Gradienten des Luftdrucks und der Temperatur werden aber, wenn man sich vom Meeresniveau erhebt, allmählig größer bis zu einer bestimmten Höhe, welche gewöhnlich bei 500 m liegt; dann nehmen sie ab und werden wahrscheinlich in bedeutenden Höhen Null. Es zeigte sich ferner, daß die Luftdruck- und die Temperatur-Unterschiede zwischen denselben zwei Zeitmomenten, von denen der eine vor, der andere nach dem Gewitter liegt, für die verschiedenen Stationen bis zu einer bestimmten Höhe (etwa 500 m) wachsen und dann abnehmen.

Diese Anordnung der Isobaren und Isothermen in verschiedenen Höhen zeigt sich bei jedem Gewitter, aber um so entschiedener, je heftiger das Gewitter ist. Auch die Höhe, in welcher die Gradienten am höchsten sind, ändert sich mit den Einzelfällen und mit der Jahreszeit; in manchen Fällen nähert sie sich sogar dem Meeresniveau.

In Betreff der Höhe der Gewitterwolken stellte sich heraus, daß die oberen Grenzen derselben sich bedeutend erheben. Es kommen Beispiele vor, in denen dasselbe Gewitter sich auf beide Seiten der Penninischen Alpen erstreckte, so daß diese Grenze nicht unter 4000—5000 m liegen konnte. Die Schicht, in welcher der größte Niederschlag erfolgt, ist bedeutend niedriger, sie liegt etwa unter 1000 m.

Aber auch diese Höhen sind verschieden, je nach den Einzelfällen und nach der Jahreszeit.

Als fernere Bestätigung der angeführten Gesetzmäßigkeit schildert Verf. noch kurz die Ergebnisse, die er bei einer Prüfung der Angaben der registrirenden Apparate zu Bern (573 m), auf dem Säntis (2500 m) und in Rom (50 m) während der Gewitter erhalten. Tagesgewitter wurden hierbei 95 aus 8 Jahren, Nachtgewitter 70 aus 18 Jahren verwerthet. Der Gang der registrirenden Apparate war stets folgender:

Vor dem Gewitter sinken der Luftdruck und die relative Feuchtigkeit, während die Temperatur steigt, so daß die beiden ersten ein Minimum, letztere ein Maximum anzeigen in dem Moment, wo das Gewitter beginnt; dann steigen der Druck und die relative Feuchtigkeit schnell an, während die Temperatur sinkt, so daß zuweilen beim Ende des Gewitters die beiden ersten ein Maximum, die Temperatur ein Minimum zeigen. Der Gang der Temperatur ist vollkommen umgekehrt wie der des Drucks und der relativen Feuchtigkeit. Die Geschwindigkeit des Windes, der vor dem Gewitter schwach oder fast Null ist, wächst schnell, wenn dies beginnt, so daß sie ein Maximum erreicht, wenn es kurz vor seinem Ende ist, und dann sinkt sie schnell. Dieser Gang der registrirenden Apparate ist der typische und wird in 90 Prozent der Fälle beobachtet.

Bei den Nachtgewittern der tiefen Schichten sind die Krümmungen der Kurven weniger ausgesprochen wie bei den Tagesgewittern; der typische Gang oder ein von demselben wenig verschiedener hingegen hat sich nicht in allen Fällen verifizirt; in Bern nur in etwa 30 Proz. der Fälle in Bezug auf die Temperatur und die relative Feuchtigkeit, und in etwa 60 Proz. für die beiden anderen Elemente. In Rom war speziell für den Wind und den Druck der Prozentsatz etwas größer und der Gang ausgesprochener.

Bei den Tagesgewittern der hoch gelegenen Gegenden (in der für den Säntis zur Untersuchung benutzten Periode haben die Nachtgewitter keine Bestätigung der hier besprochenen Gesetzmäßigkeit gezeigt) fand dieser Gang für das Barometer in etwa einem Drittel der Fälle statt, aber mit sehr schwacher Krümmung der Kurve, für das Thermometer und die Windgeschwindigkeit in etwa 80 Proz. der Fälle. Im Allgemeinen war die Erniedrigung der Temperatur um so stärker, je ausgedehnter das Gewitter gewesen.

***G. Govi.* Ueber die Betheiligung der Elektrizität beim Frieren des Wassers zu Hagel.** Rendiconti R. Accademia delle scienze fisiche e matematiche di Napoli, 1887. Ser. 2. Vol. I. p. 73 und „Naturwissenschaftliche Rundschau“ 1887. Nr. 46. S. 418.

Zur Erklärung der Hagelbildung, welche bekanntlich auch jetzt noch keine definitive Erledigung gefunden hat, wurde vielfach, schon am Ende des vorigen Jahrhunderts, die Elektrizität, welche gewöhnlich bei den Hagelfällen sich in größeren Mengen ansammelt und entladet, als Ursache des Frierens der Wassertropfen angeführt. Besonders verbreitet war die Vorstellung, daß die Elektrisirung von Wassertropfen eine stärkere Verdunstung derselben und diese eine stärkere Abkühlung und schließlich das Frieren derselben veranlassen sollte.

Verf. hat die älteren Angaben über diese Wirkung der Elektrizität einer neuen experimentellen Prüfung unterzogen. Ein sehr empfindliches Thermoskop gestattete genau die Temperaturänderungen zu beobachten, welche eintreten beim Elektrisiren eines festen Körpers, eines Wassertropfens oder einer feuchten Fließpapier-Kugel, wenn die sonstigen äußeren Umstände stets die gleichen blieben. Er gelangte hierbei zu folgenden Resultaten.

Die Elektrisirung von Wasser in freien, glatten Tropfen kann vielleicht die Temperatur erhöhen und die Verdunstung beschleunigen (obwohl nur sehr schwach), aber sie kann nicht dasselbe abkühlen oder gar zum Gefrieren bringen, wie Mancher geglaubt.

Die Elektrisirung der Wassertröpfchen kann hingegen eine schnellere Verdunstung und dadurch eine beträchtliche Abkühlung erzeugen, wenn die Oberfläche des Wassers uneben oder mit Spitzen bedeckt ist, oder wenn in der Nähe der Tropfen spitze Körper sich befinden, die mit entgegengesetzter Elektrizität geladen oder mit der Erde in Kommunikation sind. In diesen Fällen rührt jedoch die Abkühlung nicht von der Elektrizität her, die im Gegentheil dieselbe stets zu vermindern strebt, sondern von der Abstoßung der elektrisirten Luftmolekule von Seiten der Spitzen, einer Abstoßung, welche den sogen. elektrischen Wind erzeugt, in Folge dessen die nicht gesättigte Luft in der Nähe der flüssigen Oberfläche sich schnell erneuert und die Umwandlung derselben in Dampf beschleunigt auf Kosten der Wärme, die sie besitzt.

Ob elektrische Funken, welche zwischen Wassertröpfchen, die unter 0° abgekühlt sind, und der Umgebung überspringen, das plötzliche Erfrieren dieser Tropfen und deren Umwandlung in Hagel veranlassen können, wie es *Quinquet* und *Seiferheld* am Ende des vorigen Jahrhunderts behauptet haben, will Verf. einer neuen eingehenden Untersuchung unterziehen.

***R. Nahrwold.* Ueber Luftelektrizität.** *Wiedem.* Ann. der Physik. Bd. 31. S. 448 und „Der Naturforscher". 1887. Nr. 36. S. 319.

Im Jahre 1878 wurde vom Verf. nachgewiesen, daß durch Elektrizität, welche aus einer Spitze in einen nach der Erde abgeleiteten Behälter ausströmt, vornehmlich die in Luft schwebenden Staubtheilchen elektrisirt werden. Dieselben erreichen dann schnell die Wände des Gefäßes und bleiben, wenn diese mit Glycerin bestrichen sind, an demselben kleben, so daß ein solcher Behälter durch das Ausströmen von Elektrizität wesentlich schneller staubfrei gemacht werden kann, als wenn man den Staub allmählig sich setzen läßt. Diese von Staub befreite Luft vermochte nun nicht mehr in erheblicher Weise von einer Spitze elektrisirt zu werden.

Verf. setzt nun in der vorliegenden Abhandlung seine Versuche fort: In eine innen mit Glycerin bestrichene Glasglocke waren isolirt eingesenkt ein mit dem Elektrometer verbundener Quecksilbertropfapparat (Tropping Collector) zur Bestimmung des Luftpotentials, ein mit der Elektrisirmaschine verbundener, mit mehreren Spitzen versehener Draht und zwei isolirte Drähte, deren Enden unten durch einen feinen Platindraht verbunden waren, der durch eine Batterie ins Glühen versetzt werden konnte.

Bestand der Inhalt aus gewöhnlicher Luft und wurde die Elektrisirmaschine

in Thätigkeit versetzt, so stieg der Ausschlag des Elektrometers sehr schnell zu bedeutenden Werthen an, um dann allmählig wieder geringer zu werden und bis auf eine kleine Größe ganz zu verschwinden. War in dieser Weise die Ladungsfähigkeit der Luft vertrieben, so konnte häufig nach einiger Zeit die Luft wieder etwas stärker geladen werden, als der zulezt beobachteten Zahl entsprach, doch waren es immer nur einige wenige Skalentheile, die hier in Betracht kamen. Vollständig konnte andererseits durch wiederholtes Laden durch die Spitzen die Ladungsfähigkeit der Luft im Ballon nicht beseitigt werden. Deshalb wurde der Apparat für spätere Versuche noch mit einigen Schutzvorrichtungen gegen das Eindringen äußeren Staubes versehen. Das Resultat ging dahin, daß die Ausschläge des Elektrometers geringer wurden, aber auch jetzt nicht vollständig verschwanden. Jene großen Ladungen konnten aber in der so behandelten Luft weder an demselben Tage, noch später wieder erreicht werden, und zwar ebensowenig, wenn die der zuerst benutzten gleichnamige, als wenn die entgegengesetzte Elektrizität angewendet wurde. Kam jedoch auf irgend eine Weise frische Zimmerluft in den Ballon, so konnte sofort durch die Spitze wieder geladen werden. Wurde aber die Luft vor dem Hineinlassen erst durch Baumwolle gepreßt und auf diese Weise vom Staube gereinigt, so ergaben kleinere Luftmengen gar keine und größere Mengen nur sehr geringe Aenderungen in der Ladungsfähigkeit der eingeschlossenen Luft. Es kann daher nicht mehr zweifelhaft sein, daß der Träger jener großen Ladungen der in der Luft schwebende Staub ist. Da außerdem gezeigt ist, daß die Ladungsfähigkeit um so mehr abnimmt, je sorgfältiger das Auftreten von Staub vermieden wird, ein staubfreier Raum aber nicht hergestellt werden konnte, so glaubt Verf. schließen zu dürfen, daß durch Elektrizität, welche aus Spitzen bei gewöhnlicher Temperatur ausströmt, allgemein nicht die Luft selbst statisch elektrisirt wird, sondern der in derselben suspendirte, aus festen oder flüssigen Theilchen bestehende Staub.

Wurde nun, nachdem die Luft in der angegebenen Weise durch positive Elektrizität staubfrei gemacht war, und keine größeren Ladungen hervorgebracht werden konnten, der Platindraht zum Glühen gebracht und wurden dann nach Aufhören des Glühens die Spitzen statisch geladen, so ergab sich, daß die Luft wieder in hohem Grade ladungsfähig geworden war. Bei weiteren Versuchen zeigte sich, daß die Ladungsfähigkeit um so mehr zunahm, je länger und heller der Draht glühte. Schwaches Glühen hatte nur einen geringen Einfluß.

Von Interesse ist es auch, daß sowohl frische Zimmerluft als auch staubfreie Luft, welche durch Glühen des Platindrahts wieder ladungsfähig gemacht war, ihre Ladungsfähigkeit auch dann allmählig verlor, wenn man sie längere Zeit im Ballon ruhig stehen ließ.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß durch das Glühen des Platindrahts staubfreie Luft so verändert wird, daß sie sich in Bezug auf die aus Spitzen einströmende Elektrizität wieder ebenso verhält wie staubhaltige Luft. Es ist deshalb sehr wahrscheinlich, daß von dem glühenden Platindraht Theilchen fortgeschleudert wurden, die sich als ein feiner Staub im Innern des Gefäßes zerstreuten. Ein Platindraht, welcher vor dem Glühen 26,2 mgr wog, verlor nach längerem Glühen 4,3 mgr an Gewicht. Nahm man das Glühen in einem Probirröhrchen vor, so bedeckte sich die innere Wand desselben mit einem rußartigen

Niederschlag, der sich in Königswasser löste und mit Chlorkalium einen gelben Niederschlag gab. Es kann sonach keinem Zweifel mehr unterliegen, daß von dem Drahte Theilchen in die Luft geschleudert werden. Ob nun Platin oder Platinoxyd fortgeschleudert wird, oder ob das Platin verdampft und sich in geringer Entfernung vom Drahte wieder zu festen Theilchen kondensirt, spielt für die vorliegenden Untersuchungen keine Rolle.

Konsequenter Weise ist aus den angegebenen Beobachtungen weiter zu schließen, daß auch die aus einem glühenden Platindrahte ausströmende Elektrizität nicht die ihn umgebenden Lufttheilchen statisch elektrisirt, sondern an den festen Theilchen haftet, welche elektrisirt von dem glühenden Draht fortgeschleudert werden; man muß annehmen, daß die Beobachtungen, welche sich auf die Elektrisirung von Luft durch einen elektrisirten glühenden Draht beziehen, dahin auszulegen sind, daß in demselben — wenigstens vorzugsweise — nicht Elektrizität beobachtet ist, die auf den Luftmolekulen selbst ihren Sitz hat, sondern auf den festen, in der Luft bereits befindlichen oder hineingeschleuderten Theilchen. Dasselbe wird auch von Flammen gelten, und wenn es gelänge, eine Flamme herzustellen, durch welche in einen staubfreien Raum gar keine festen Theilchen hineingebracht würden, so dürften in der eingeschlossenen Luft auch nicht jene großen Ladungen durch die elektrisirte Flamme hervorgebracht werden.

Man wird nach diesen Beobachtungen immer mehr zu der Vorstellung gedrängt, daß atmosphärische Luft weder durch Spitzen, noch durch glühende Körper statisch elektrisirt werden kann. Nun findet aber auch in staubfreier Luft ein Glimmen an den geladenen Spitzen statt, und der Luftzug an dem stark geladenen glühenden Drahte ist so stark, daß hierdurch die Intensität des Glühens vermindert wird. Es entsteht daher die Frage, wo bleibt die ausströmende Elektrizität?

S. Weinberg. **Ueber die zunehmende Zahl der Blitzschläge und die Ursache derselben.** Bulletin de la société imp. des Naturalistes de Moscou. 1887. Nr. 3. und „Der Naturforscher" 1887. Nr. 52. S. 461.

Der Ansicht von *v. Bezold*'s[1]), daß jedes Maximum der Sonnenflecken ein Minimum der zündenden Blitze entspricht, will Verf. vorliegender Abhandlung nicht beistimmen und zwar aus folgenden Gründen:

Obige im Königreich Bayern angestellte Beobachtungen zeigen freilich eine sehr merkwürdige Beziehung zwischen der Zahl der Blitzschläge und den Maximis und Minimis der Sonnenflecken, dagegen findet dies bei in Sachsen angestellten Beobachtungen keineswegs statt. — Wahr ist es, daß eine Vermehrung oder Verminderung der Sonnenflecken jedesmal auf eine Veränderung der elektromagnetischen Energie im Sonnenkörper hinweist und daraus möglicherweise auch auf unserer Erde eine positive oder negative Differenz der atmosphärischen Elektrizität entstehen kann, doch müßte dieses sich nicht nur lokal, sondern auf dem ganzen Erdball erweisen. Die ganz verschiedenen Resultate in verschiedenen Gegenden lassen von einer allgemeinen Ursache absehen und die Aufmerksamkeit mehr einer

---

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. VIII. 1885. S. 336.



lokalen schenken. Ein Steigen der Blitzgefahr in einer Gegend fällt mit einem Fallen in der anderen zusammen: so z. B. sehen wir in Ostdeutschland und Oesterreich zahlreiche Blitzschläge 1872, 1874 und 1876, minder zahlreiche 1871, 1873, 1875 und 1877. Während im Anfang der sechsziger Jahre in ganz Deutschland sich ein Minimum zeigt, finden wir gerade in Oesterreich ein Maximum. Solche Thatsachen sind mit einer kosmischen Ursache unvereinbar.

Um den lokalen Einfluß auf die Vermehrung der Blitzgefahr zu beweisen, führt Verf. folgende Umstände an:

1) Je leichter und unmerklicher die Entladung der atmosphärischen Elektrizität von Statten geht, je mehr Objekte daran Theil nehmen und dermaßen den anderen Objekten einen Schutz gewähren, destoweniger sind letztere Blitzschlägen unterworfen. Darum sind niedrig gelegene Ortschaften dem Blitze weniger unterworfen als höher gelegene, die den ersteren durch ihre höhere Gefährdung Schutz gewähren.

2) Dieses findet auch hinsichtlich der größeren Gefährdung der ländlichen Distrikte im Vergleich mit den städtischen seine volle Bewährung. Schon abgesehen von den in den Städten häufig vorkommenden Blitzableitern und anderen metallischen Konstruktionen, trägt das dort auf einem verhältnißmäßig engen Raume Zusammendrängen vieler Gebäude dazu bei, die Spannung der atmosphärischen Elektrizität um vieles zu erniedrigen.

3) Die Konstruktionen der städtischen Häuser tragen viel zur Verminderung oder Vermehrung der Blitzgefahr bei. Enthält das Haus viel Metall und hat dasselbe Erdleitung, so ist es vor Blitz mehr geschützt als ohne Erdleitung. Besteht die Bedachung aus Stroh oder Holz, so ist dieselbe wegen ihrer schlechten Leitfähigkeit dem zündenden Blitzschlag mehr unterworfen. Bäume sind je nach ihrer Leitfähigkeit nützlich oder schädlich für nebenstehende Häuser.

4) Die Umgebungen großer Flüsse sind entgegengesetzt der Ansicht von *von Bezold*'s dem Blitze mehr ausgesetzt als die wasserarmen, ebenen Gegenden.

Was nun die Ursache der Vermehrung der Blitzgefahr betrifft, so stellen sich nach dem Verf. hauptsächlich zwei dar: die Ausrottung der Wälder und die Vergrößerung der Intensität der atmosphärischen Elektrizität.

1) Die Bäume wirken wie eine Masse Entlader, die irdische Elektrizität der entgegengesetzten Elektrizität der Wolken zuführend und demnach die letztere neutralisirend. In denjenigen Ortschaften also, wo die Ausrottung der Wälder stark von Statten gegangen ist, muß die Intensität der atmosphärischen Elektrizität sich vermehrt haben und folglich auch die Blitzgefahr. Nach *Karsten* ist die Abnahme der Waldungen in Deutschland als Ursache der steigenden Blitzgefahr zu betrachten, erstens wegen der dadurch hervorgerufenen Steigerung der Sommerhitze und zweitens wegen verminderter Neutralisation der Wolken-Elektrizität.

2) Nach *P. Andries* ist es nicht allein die wachsende Zahl der Gewitter, sondern vielmehr ihre steigende Heftigkeit, die die vermehrte Blitzzahl hervorruft. Diese vermehrte Blitzgefahr läßt sich nun erklären durch die in neuerer Zeit durch Fabriken und Eisenbahnen erzeugten und der Luft zugeführten ungeheuren Staubmengen, welche theils durch Reibung elektrisch gemacht werden und dadurch, wie *Andries* meint, die Spannung erhöhen, theils den Durchgang der Elektrizität durch die Luft erleichtern.



C. Lang. **Säkulare Schwankungen der Blitzgefahr in Bayern.** Aus den Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern. Bd. IX. Jahrg. 1887. München. 1888.

Verf. wendet sich zunächst gegen die Ausführungen *Weinberg*'s. Abgesehen davon, daß der Blitz mit seinen Verheerungen den Wald durchaus nicht verschont, kann man die Ansicht, daß die Ausrottung der Wälder die Ursache der in Bayern beobachteten zunehmenden Blitzgefahr gewesen sei, insofern in das Reich der Phantasie verweisen, als in diesem Lande die Ausrottung der Wälder keine beträchtliche war und von einer ununterbrochenen fortschreitenden Veränderung des Klimas entfernt nicht die Rede sein kann.

Rücksichtlich des von *Weinberg* hervorgehobenen zweiten Punktes wäre es allerdings vielleicht möglich, daß die zunehmende Verunreinigung der Luft sich durch vermehrte Zahl der schädigenden Blitze geltend machen könnte. In diesem Falle müßten aber die Gebäude in den Städten mehr gefährdet sein wie auf dem Lande, und für jene die Gefahr stetig anwachsen. Beides sei nach den Untersuchungen von *v. Bezold* unzutreffend, weil nach diesen die Blitzgefahr in den Städten beträchtlich größer ist als auf dem Lande, und überdies keine konsequent ansteigende ist.

Daß die Ausbreitung der Telegraphen und Eisenbahnen wesentlich zur Erhöhung der Blitzgefahr beigetragen hätte, ist ebenfalls nicht anzunehmen, weil eine an Größe stets zunehmende Ursache wohl niemals eine dem Werthe nach pendelnde Wirkung mit sich bringen dürfte.

Verf. ist der Meinung, daß eine fortgesetzt wachsende Gefahr noch nicht habe konstatirt werden können, und daß möglicherweise die bisherige Beobachtungsdauer zufällig identisch sei mit dem aufsteigenden Aste einer langjährigen Periode.

Die Beobachtung, daß die Ausdehnung der Gletscher einer Senkung der Blitzgefahr gegenübersteht und umgekehrt, führten, im Zusammenhalt mit der Thatsache, daß Gletscher und Grundwasser durch die Niederschläge gespeist werden und die Schwankungen der Grundwasserstände jenen der Gletscherausdehnung parallel laufen, den Verf. auf den Gedanken, ob nicht die Schwankungen des Grundwassers denen der Blitzgefahr symmetrisch entgegengesetzt verlaufend seien. Er stellte mit dem für München vorliegenden Material eine diesbezügliche Untersuchung an und gelangt hierbei zu dem Schluß, daß der Verlauf von Grundwasser (also auch Niederschlag) und Blitzgefahr durchwegs ein symmetrisch entgegengesetzter ist. Selbst das für das ganze Land treffende Maximum der Zahl der verheerenden Blitze fällt auf den gleichen Zeitpunkt 1885 wie das Minimum des Grundwasserstandes während der letzten 30 Jahre.

Dieser entgegengesetzte Verlauf steht, weil er sich ziffermäßig so herausstellt, natürlich fest; es fällt aber auch gar nicht schwer, den Grund für diese Thatsache anzugeben:

Der trockene Boden ist bekanntermaßen für die Elektrizität ein schlechter Leiter; es wird also bei gleich großer freier Spannung der sukzessive Ausgleich um so mehr behindert, dagegen die Energie der sprungweisen Entladungen, d. h. der Blitzschläge, um so größer sein, je mächtiger die isolirende Schichte ist, was natürlich vom Stande des Grundwassers abhängt.

„Aus dem Vorausgegangenen dürfte also mit hinreichender Schärfe zu entnehmen sein, daß Perioden zunehmender Niederschlagsmengen und steigenden Grundwassers gleichzeitig sind mit abnehmender Blitzgefahr, sowie daß Zeiträume abnehmender Niederschlagssummen und sinkenden Grundwassers zusammenfallen mit einer wachsenden Zahl verheerender Blitze. Da nun aber endlich nach *Fritz* und Anderen ein Parallelismus der Niederschlagskurve (also auch der Grundwasserkurve) und jener der Sonnenfleckenhäufigkeit besteht, und die gleichen Beziehungen nach Gegenwärtigem zwischen der säkularen Periode der ersteren und jener der Blitzgefahr stattfinden, so ist, im Widerspruche mit *Weinberg*, auch auf indirektem Wege *v. Bezold*'s Anschauung bestätigt, daß einem Maximum der Sonnenflecken jederzeit ein Minimum von verheerenden Blitzen entspricht."

Anmerkung des Referenten. Das Verfahren, bei Feststellung der Blitzgefahr in den Städten und auf dem Lande eine gleiche Zahl von Gebäuden zu Grunde zu legen, erscheint dem Ref. vom wissenschaftlichen Standpunkt nicht gerechtfertigt, weil man in Rücksicht auf die natürlichen Verhältnisse ausschließlich die auf eine gleiche Fläche niedergehenden zündenden Blitze zu berücksichtigen hat. Es wäre also festzustellen, ob die über eine größere Fläche verbreiteten Blitzschläge häufiger zünden, wenn dieselbe mit Städten oder mit ländlichen Ansiedelungen besetzt ist. Eine derartige Berechnung, welche dem Ref. allein naturgemäß erscheint, würde ein Resultat ergeben, welches dem aus den bisherigen Untersuchungen (*v. Bezold, Hellmann* u. s. w.) abgeleiteten gerade entgegengesetzt sein würde, weil die ländlichen Wohnungen über eine beträchtlich größere Fläche vertheilt sind, als jene in den Städten. Um sicher zu gehen, müßten allerdings auch die zündenden Blitze in den Wäldern[1]) mitberücksichtigt werden. *E. W.*

***C. Lang.* Schwankungen der Niederschlagsmengen und Grundwasserstände in München 1857—1886.** Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern. München. 1888. Bd. IX. Jahrg. 1887.

Aus einer Vergleichung der Niederschlagsmengen mit den Grundwasserständen in München, mit Berücksichtigung der einschlägigen Beobachtungen in Klagenfurt, sowie auf Grund einer Wahrscheinlichkeitsrechnung gelangt Verf. in seiner ausführlichen Abhandlung zu folgenden Schlußfolgerungen:

Es spricht demnach eine Wahrscheinlichkeit, welche der Gewißheit außerordentlich nahe kommt, für einen ursächlichen Zusammenhang von Niederschlag und Grundwasserstand sowohl nach jährlichem, als nach monatlichem Verlaufe.

Der durch den Parallelverlauf als bestehend bewiesene Einfluß des Niederschlages auf den Grundwasserstand ist jedoch mit der Jahreszeit nach seiner Größe wechselnd, so daß die Herbst- oder Frühjahrsniederschläge den Stand des Grundwassers weit beträchtlicher erhöhen als gleich große Mengen im Sommer.

Dieser mit der Jahreszeit wechselnde Einfluß des Niederschlages läßt endlich in ungezwungener Weise die Ursache erkennen, für die, übrigens sehr geringe Anzahl der Abweichungen vom Parallelismus im säkularen Verlauf beider Elemente.

[1]) In Bezug auf die bezüglichen in den Fürstlich *Lippe*'schen Forsten angestellten Beobachtungen sei verwiesen auf: „Das Wetter". 1887. Heft 11. S. 249.

Wenn man daher den säkularen Verlauf irgend eines Naturereignisses mit jenem der Hydro-Meteore vergleichen will, so ist man nicht genöthigt, auf eigentliche Niederschlagsmessungen zurückzugehen, sondern es ist zulässig, an deren Stelle die Beobachtungen von Grundwasserständen treten zu lassen. Ebenso ist der zweite und wahrscheinlich häufigere Fall denkbar und statthaft, daß man den säkularen Verlauf von Grundwasserständen durch jenen von Niederschlagssummen ersetzt.

J. Maurer. **Ueber die nächtliche Strahlung und ihre Größe in absolutem Maße.** Sitzungsber. d. k. pr. Akad. d. Wissensch. 1887. Bd. XLVI. S. 925. — Wochenschrift f. Astron., Met. u. Geogr. Von *J. Klein.* 1888. Nr. 3. S. 17.

Seit Ende des vorigen Jahrhunderts bereits ist von Seiten namhafter Physiker und Meteorologen die Größe der nächtlichen Wärmestrahlung und ihr Einfluß auf die Temperaturverhältnisse der im Freien befindlichen Körper zum Gegenstande eingehender Untersuchungen gemacht worden. Alle diese Beobachtungen sind relativ; ein genaues Maß über die Größe resp. die Intensität der nächtlichen Strahlung vermögen dieselben nicht zu geben, weil sie die Wirkung der letzteren einzig und allein nur thermometrisch ohne jede Rücksicht auf die physikalischen Konstanten des gebrauchten Apparates durch die Schnelligkeit des Fallens oder durch die Größe der Temperaturdifferenz zu bestimmen suchten, welche ein in heiterer, ruhiger Nacht in größerer oder geringerer Höhe über dem Erdboden frei exponirtes Thermometer gegenüber der Temperatur der Umgebung aufweist. Allgemeine Resultate konnten auf diese Weise ja auch nicht erhalten werden, da die angewandten Instrumente und die Umstände der Beobachtung meistens der Vergleichbarkeit ermangelten, die numerischen Bestimmungen, welche in letzter Instanz erlangt wurden, daher gewöhnlich nur für besondere Fälle galten. Die nächtliche Wirkung der Wärmestrahlung ist eben von so mannigfachen Faktoren abhängig, als da sind Klarheit und Reinheit des Himmels, Freiheit des Standortes, Ruhe der Luft, nicht zu vergessen die physikalischen Konstanten des Thermometers, also in erster Linie Strahlungsvermögen, dann Masse und Oberfläche nebst spezifischer Wärme der thermometrischen Substanz u. s. w., so daß es nicht zu verwundern ist, wenn die Resultate der bisherigen Messungen oft ziemlich weit auseinander gehen. So erhielt *Langley* mit den Apparaten *Melloni's* im Mittel aus vier Bestimmungen, die das meiste Gewicht verdienen, in einer heiteren und ruhigen Nacht (auf Mountain Camp, Mount Whitney) für die Größe der nächtlichen Strahlung 4°.30, während *Melloni* unter dem heiteren Himmel Italiens (9. Oktober 1846) für jene Größe 3°.58 angiebt. *Pouillet's* Resultate, die er in der Nähe von Paris mit seinem bekannten Aktinometer erhielt, sind mehr als doppelt so groß.

In Ansehung dieser Verhältnisse hat sich Verf. veranlaßt gesehen, durch neue Untersuchungen die Größe der nächtlichen Strahlung, ausgedrückt in absolutem Maße, zu ermitteln. Verf. definirt dieselbe als diejenige Wärmemenge, welche pro Flächeneinheit in der Zeiteinheit in einer wolkenlosen ruhigen Nacht allseitig von einer horizontalen berußten Fläche gegen den Nachthimmel ausgestrahlt wird. Hierüber liegen bis jetzt noch keine Messungen vor, obwohl ja derartige

Beobachtungen kaum geringere Bedeutung haben wie die Maßbestimmungen über die Feststellung der absoluten Intensität der Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche, denen bereits seit den Zeiten *Pouillet's* von Seite der Physiker und Meteorologen die eingehendste Beachtung geschenkt wird. Daß es in der That wünschenswerth ist, die Größe der nächtlichen Radiation genau und zwar in kalorimetrischem Maße zu kennen, kann auch damit motivirt werden, daß sie es ja gerade ist, die in erster Linie als Parameter in die Grundgleichungen eingeht, auf welchen die theoretische Darstellung des Temperaturganges während der Nachtstunden beruht; daß ferner sie es ist, welche unter einfachen Voraussetzungen jene Wärmemenge berechnen läßt, welche von der gesammten Atmosphäre durch eigne Strahlung uns wieder zurückgegeben wird und die für die Erhaltung der hohen Oberflächentemperatur unserer Erde ja von der weittragendsten Bedeutung sein muß. Es spielt die Größe der nächtlichen Strahlung also in all' den Fragen und Problemen, die sich auf den Wärmeaustausch zwischen Weltraum, Sonne und Erde unter Vermittelung der Lufthülle der letzteren beziehen, eine ganz bedeutende Rolle.

Für die Messung der nächtlichen Strahlung benutzte Verf. ein besonderes Aktinometer, das in einfachster Weise eine sichere Bestimmung dieser wichtigen Größe ermöglichte; die genaue Theorie und Beschreibung des Apparates finden sich in der Originalabhandlung.

Aus den sämmtlichen Beobachtungsreihen, die während einzelnen wolkenlosen Nächten vergangenen Jahres in Zürich zur Ausführung gelangten, giebt Verf. für die Größe der nächtlichen Strahlung, d. h. für diejenige Wärmemenge, welche ein Quadratcentimeter in der Minute bei freier, horizontaler Exponirung gegen den heitern Nachthimmel allseitig ausschickt (bei einer mittleren Temperatur Θ der kalorimetrischen Platte von 15° *C.*) einen Werth, der in nächster Nähe von

$$\Sigma = 0{,}130 \text{ Cal.}$$

liegt, d. h. ungefähr ein Zehntel derjenigen Wärmemenge, welche ein Quadratcentimeter Fläche bei normaler Bestrahlung und hohem Sonnenstande während einer Minute an der Erdoberfläche von der Sonne empfängt. Es gestattet dies sofort einen Schluß zu ziehen auf den Betrag derjenigen Wärmemenge, welche die Flächeneinheit in der Zeiteinheit in einer heitern Nacht durch Strahlung von der gesammten nicht erleuchteten Atmosphäre wieder erhält. Beachtet man nämlich, daß nach der bekannten von *Stefan* aufgestellten Formel über die Abhängigkeit der ausgestrahlten Wärmemenge von der Temperatur des strahlenden Körpers, wonach die von letzterem (absolut) ausgegebene Wärmemenge proportional der vierten Potenz seiner absoluten Temperatur ist, für diese direkte, also absolut ausgetheilte Strahlung unserer Kupferplatte bei 15° *C.* der Werth resultirt ($\alpha = 0{,}00367$):

$$S = 0{,}723 \times 10^{-10} \times 273^4 (1 + \alpha\Theta)^4 = 0{,}518 \text{ Cal.}$$

(per Min. u. Quadratcentim.)

so bleibt alsdann für die Größe der Wärmestrahlung der Atmosphäre pro Minute und Quadratcentimeter

$$S - \Sigma = 0{,}39 \text{ Cal.}$$

ein Werth, der zufälliger Weise genau übereinstimmt mit demjenigen, den Verf. aus den Temperaturbeobachtungen einer Reihe von Stationen unseres Erdballs seiner Zeit abgeleitet hat.

Weitere Messungsreihen, welche die Natur der nächtlichen Strahlung, namentlich ihren täglichen und jährlichen Gang, ihre Abhängigkeit von den einzelnen meteorologischen Faktoren, die Variation derselben mit zunehmender Meereshöhe klar legen sollen, sind in der Ausführung begriffen und deren Resultate wird Verf. einer späteren Mittheilung vorbehalten.

A. Lévy. **Die Zusammensetzung des Regenwassers.** Annuaire de l'observatoire de Montsouris pour l'an 1887. p. 180.

Verf. hat seine früheren Untersuchungen über die Zusammensetzung der Regenwässer fortgesetzt[1]), so daß nunmehr eine Reihe von 11jährigen Beobachtungen vorliegt.

Ammoniakstickstoff. Die Menge desselben wurde wie folgt gefunden:

Jahr.	Kalte Jahreszeit.			Warme Jahreszeit.			Ganzes Jahr.		
	Regenhöhe. mm	Stickstoff pro Liter. mgr	Stickstoff pro qm. mgr.	Regenhöhe. mm	Stickstoff pro Liter. mgr	Stickstoff pro qm. mgr	Regenhöhe. mm	Stickstoff pro Liter. mgr	Stickstoff pro qm. mgr
1875—76	271,8	2,12	574,9	269,7	1,85	499,9	541,5	1,98	1074,8
1876—77	262,9	1,47	387,6	338,8	1,60	542,1	601,7	1,54	929,7
1877—78	227,4	1,86	423,7	372,7	1,95	725,7	600,1	1,91	1149,4
1878—79	338,2	1,37	462,1	317,1	1,03	325,3	655,3	1,20	787,3
1879—80	168,2	1,37	230,5	230,6	1,35	310,6	398,8	1,36	541,1
1880—81	330,9	1,52	503,4	226,4	1,54	348,1	557,3	1,53	851,5
1881—82	204,8	2,03	415,2	259,3	2,71	701,5	464,1	2,41	1116,7
1882—83	416,1	2,17	901,7	199,5	2,16	431,6	615,6	2,17	1333,3
1883—84	260,1	1,85	481,3	215,3	2,53	544,0	475,4	2,16	1025,3
1884—85	193,5	2,68	518,5	243,5	2,05	499,5	437,0	2,33	1018,0
1885—86	304,2	1,87	569,9	397,7	1,48	589,6	701,9	1,65	1159,5
Mittel:	270,1	1,84	497,2	279,1	1,80	501,6	549,9	1,82	998,8

Die Menge des Ammoniakstickstoffs ist sonach im Mittel in der kalten Jahreszeit derjenigen in der warmen fast gleich. In den einzelnen Jahren treten allerdings wesentliche Abweichungen hiervon auf.

Im 10jährigen Durchschnitt betrug die pro □m durch den Regen dem Boden zugeführte Menge an Ammoniakstickstoff in den einzelnen Monaten.

Januar	82,3 mgr	Juli	72,1 mgr
Februar	59,6 „	August	102,7 „
März	66,3 „	September	93,3 „
April	95,3 „	Oktober	88,3 „
Mai	70,7 „	November	83,5 „
Juni	95,4 „	Dezember	91,5 „.

Dies macht pro Jahr 1001,0 mgr. pro 1 □m oder **10,01 kg pro ha.**

Salpeterstickstoff. Die Untersuchungen über die Menge des Salpeterstickstoffs lieferten folgende Resultate:

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. VI. 1883. S. 180.

Jahr.	Kalte Jahreszeit.			Warme Jahreszeit.			Ganzes Jahr.		
	Regenhöhe.	Stickstoff pro Liter.	Stickstoff pro qm	Regenhöhe.	Stickstoff pro Liter.	Stickstoff pro qm.	Regen höhe.	Stickstoff pro Liter.	Stickstoff pro qm.
	mm	mgr	mgr	mm	mgr	mgr	mm	mgr	mgr
1876—77	262,9	0,8	210,3	338,8	0,4	135,5	601,7	0,5	345,8
1877—78	227,4	0,4	93,6	372,7	0,1	50,3	600,1	0,2	143,9
1878—79	338,2	0,5	169,1	317,1	0,9	285,4	655,3	0,7	454,5
1879—80	168,2	2,0	336,4	230,6	1,3	299,8	398,8	1,6	636,2
1880—81	330,9	0,8	264,7	226,4	0,8	181,1	557,3	0,8	445,8
1881—82	204,8	0,4	83,4	259,3	0,8	207,4	464,1	0,6	290,8
1882—83	416,1	0,7	279,0	199,5	0,5	106,4	615,6	0,6	385,4
1883—84	260,1	0,9	228,5	215,3	0,4	91,9	475,4	0,7	320,4
1884—85	193,5	0,8	152,7	243,5	0,8	152,7	437,0	0,8	339,6
1885—86	304,2	0,5	137,4	397,7	0,6	222,8	701,9	0,5	360,2
Mittel:	270,6	0,72	195,5	280,1	0,62	173,3	550,7	0,68	372,3

Im Mittel wären demnach die Niederschläge während der kälteren Jahreszeit reicher an Salpeterstickstoff, als während der wärmeren; in den einzelnen Jahrgängen treten jedoch, wie bei dem Ammoniakstickstoff mannigfache Abweichungen auf.

Die mittlere jährliche Menge des durch den Regen zugeführten Salpeterstickstoffs beträgt: **3,85 kg pro ha,** es würden demnach durch die atmosphärischen Niederschläge in Montsouris im Ganzen **13,86 kg Stickstoff pro ha** zum Boden gelangen. In Rothamsted wurde diese Menge zu 6,24—8,85 kg (1853—56), in Vallombrosa zu 11,63 kg, in Florenz zu 11,08—14,96 kg (1870—72), in Regenwalde zu 11,63—18,41 kg (1864—67), in Dahme zu 7,46 kg (1865), in Insterburg zu 6,15—7,63 kg (1864—66) gefunden.

Das Thau-, Nebel- und Schneewasser ist beträchtlich reicher an Ammoniakstickstoff, als das Regenwasser, dagegen sind die Unterschiede bezüglich des Salpeterstickstoffs gering. Es ergiebt sich dies aus folgenden Zahlen:

Datum.	Per Liter Ammoniak-Stickstoff.	Per Liter Salpeter-Stickstoff.
	mgr	mgr
19. September 1885	12,5	0,9
23. „ „	28,1	0,8
28. „ „	25,3	1,1
29. „ „	24,7	0,7
15. Oktober „	9,6	0,2
30. „ „	8,2	0,4
2. November 1885 (Nebel)	8,4	0,5
3. „ „ „	16,0	0,4
4. „ „ „	8,3	0,8
14. „ „	33,6	0,3

Datum.	Per Liter Ammoniak-	Salpeter-
	Stickstoff.	
	mgr	mgr
2. Dezember 1885	36,8	0,8
16. " "	9,0	0,9
17. " "	11,0	0,6
18. " "	18,6	0,7
21. " "	12,1	0,7
1. Januar 1886	10,0	0,9
3. " "	9,5	0,5
27. " "	16,6	0,6
4. Februar 1886	7,0	0,1
14. " "	8,4	0,4
18. " "	32,4	0,2
16. März 1886	5,8	0,9.

E. W.

J. Maurer. **Ueber eine neue, einfache Form des photographischen Sonnenschein-Autographen.** Zeitschrift für Instrumentenkunde. 1887. Juli. S. 238—240.

Unter den mannigfachen Formen von Apparaten, basirend auf dem photographischen Prinzip, wie sie in jüngster Zeit für die Registrirung der Sonnenscheindauer konstruirt worden sind, ist der einfachste der von *Jordan* angegebene[1]. Er hat bereits auf einzelnen meteorologischen Stationen Verwendung gefunden. Der Apparat besteht aus einer zylindrischen Dunkelkammer, die auf einer Grundplatte parallaktisch montirt ist; beim Gebrauch des Apparates liegt die Achse der Kammer im Meridian. Durch zwei gegenüberstehende schmale Admissionsöffnungen werden die Sonnenstrahlen in das Innere des Zylinders dirigirt und fallen dort auf lichtempfindliches mit einem Stundendiagramm versehenes Papier; in Folge der täglichen Bewegung der Erde zeichnen die Sonnenstrahlen auf letzterem eine Kurve, die sich durch eine blaue Linie markirt und durch Eintauchen in kaltes Wasser fixirt werden kann. Der eine östliche Spalt dient für die Strahlen von Sonnenaufgang bis Mittag, der gegenüberstehende (westliche) von Mittag bis Abend; die ganze Tageskurve besteht also aus zwei getrennten Stücken. Ueber dem Zylinder ist ein Schirm so befestigt, daß seine Enden die Sonnenstrahlen nach der Sonnenkulmination abhalten, in den östlichen Spalt zu fallen, und sie in den gegenüberliegenden westlichen Spalt überleiten; der Schirm soll zugleich als Schutz gegen diffuses Licht und Regen dienen.

Dem mit der deskriptiven Geometrie Vertrauten ist klar, daß diese Form des photographischen Sonnenscheinautographen gewisse Mängel zeigen muß, die sich namentlich bei der genauen Ausmessung des bezüglichen Photogrammes fühlbar machen werden, was auch *Jordan* dem Verf. brieflich bestätigte. Denn da die beiden Einlaßöffnungen für die Sonnenstrahlen sich auf der Mantelfläche des Zylinders befinden, und die in letzter Instanz zum Vorschein kommenden Kurven geometrisch eben als die Durchdringung zweier Flächen aufgefaßt

[1]) Zeitschrift für Instrumentenkunde. 1886. S. 182.

werden können, von denen die eine die zylindrische Dunkelkammer ist, während die andere aus einem geraden Kreiskegel besteht, dessen Leitkurve der momentane Deklinationskreis der Sonne ist, und dessen Spitze in der einen oder anderen Admissionsöffnung liegt, so wird bekannten Theoremen der darstellenden Geometrie zu Folge das Produkt der Durchdringung eine bestimmte Raumkurve (4. Ordnung mit Schleife) sein, deren beiden Aeste, ausgehend von den Spaltöffnungen, je nach der Jahreszeit, mehr oder weniger schief zu den Stundenlinien stehen. Befindet man sich nicht zufälliger Weise in der Nähe der beiden Aequinoktien, wo die Kurven sich graden Linien nähern müssen (bei korrekter Aufstellung), so wird durch die Krümmung der letzteren auch die genaue Orientirung des Apparates erschwert; grade in dieser Beziehung kann man es dem Beobachter nicht einfach genug machen. Zweifellos wäre es weit bequemer und von Vortheil, wenn dem Autographen eine solche Form gegeben werden könnte, daß die Sonnenspur aus einer einzigen, kontinuirlichen Kurve bestünde, die in der Abwickelung als grade Linie zum Vorschein kommen, also stets senkrecht zu den Stundenlinien des Photogrammes stehen würde. In einfachster Weise kann dies dadurch erreicht werden, daß man die beiden Einlaßöffnungen in eine vereinigt und letztere in die Achse der zylindrischen Kammer verlegt. Die Durchdringungskurve reduzirt sich dabei auf einen Kreis, dessen Ebene bei genauer parallaktischer Aufstellung stets senkrecht zur Zylinderachse steht. Nach mehrfach in dieser Richtung ausgeführten Versuchen hat Verf. die nachstehend beschriebene Konstruktion als die beste, weil einfachste, gefunden (Fig. 3).



Fig. 3.

Es wurde dabei nicht nur auf die möglichste Bequemlichkeit und Sicherheit der Beobachtung gesehen, sondern namentlich auch darauf ein Hauptaugenmerk gerichtet, die Herstellungskosten dieses Sonnenscheinautographen derart herabzusetzen, daß er auch in dieser Beziehung gegenüber ähnlichen Apparaten in vortheilhafter Weise exzellirt, der Wirkungskreis dieses Instrumentes daher auch ein beträchtlich größerer werden kann. Bezüglich der Beschreibung desselben, von dem die Figur eine perspektivische Ansicht seiner äußeren Gestalt giebt, kann man sich nach dem Vorausgegangenen kurz fassen. Der photographische Zylinder des neuen Autographen, parallel zur Polarachse der Erde gestellt, ist horizontal abgeschnitten. Der dadurch entstandene, durch eine dünne Metallplatte gedeckte, elliptische Schnitt trägt in seiner Mitte für den Einlaß des Sonnenstrahlbündels einen feinen Spalt, dessen Breite so bemessen ist, daß er Unterbrechungen der Sonnenscheindauer von einer Minute noch deutlich zum Ausdruck bringt. Der untere zirkulare Theil des Zylinders ist durch einen mit Bajonnettverschluß versehenen Deckel gut abgeschlossen. Nachdem der lichtempfindliche Karton eingelegt worden, wird das Ganze mit Hilfe der drei Fußschrauben und einer Libelle hori-

zontirt, nur die mit NS bezeichnete Linie des elliptischen Schnittes, deren Orthogonal-Projektion auf die Mittagsstundenlinie des Photogrammes fällt, dann in den Meridian gebracht, womit der Apparat zum Gebrauch fertig ist. Für den Ort der Aufstellung des Instrumentes ist die Polhöhe anzugeben; doch gestattet der beigegebene Gradbogen, letztere innerhalb eines kleinen Intervalles von 5—10° zu verstellen.

Die Firma *Usteri-Reinacher* in Zürich liefert den Sonnenscheinautographen (mit 100 Registrirkartons und feiner Wasserwage) zum Preise von 65 Mark. *E. W.*

***J. Maurer.* Usteri-Reinacher's Aneroidbarograph mit Farbschreiber.** Schweizerische Bauzeitung. 1888. Bd. XI. No. 8.

Bei den Aneroidbarographen von *Hottinger & Cie.*[1]) erfolgte bekanntlich die Registrirung des Luftdrucks in einer punktförmigen also nicht vollkommen kontinuirlichen Kurve; dieselbe entsteht dadurch, daß in bestimmten, größeren oder kleinern Zeitintervallen der Markirstift (mechanisch) für einen Moment in den Registrirstreifen eingedrückt wird. Bei so vielen Untersuchungen ist es nun aber wünschenswerth und oft von großem Interesse eine vollkommen kontinuirliche Aufzeichnung zu erhalten, die jederzeit gestattet wichtige, charakteristische Einzel-

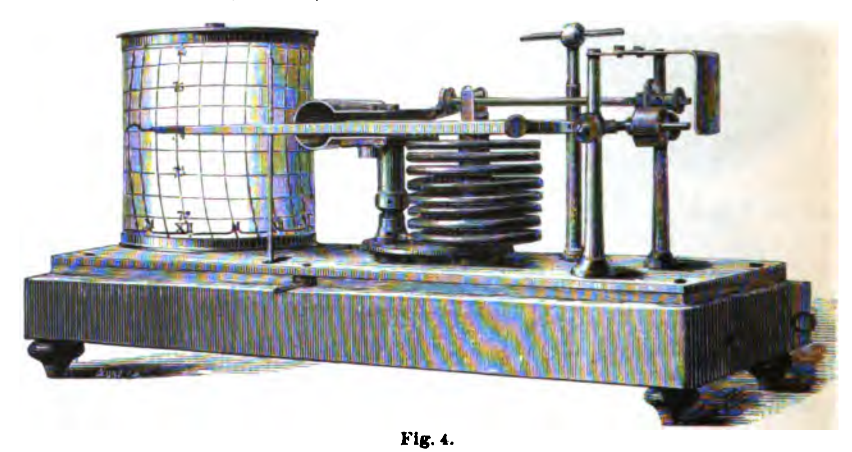


Fig. 4.

heiten in der zeitlichen Variation des Luftdruckes klar und deutlich aus dem gezeichneten Diagramm zu entnehmen. Deshalb hat der jetzige Inhaber der Präcisionswerkstätte von Hottinger & Cie., Herr *Th. Usteri-Reinacher*, versucht auch diesen berechtigten Wünschen Rechnung zu tragen und in hübscher, kompendiöser Form einen Barographen zur vollkommen kontinuirlichen Aufzeichnung der Luftdruckschwankungen mittelst Kapillarfeder und Tinte konstruirt, von welchem obenstehende Skizze eine Totalansicht giebt. Die Einführung der kontinuirlichen Registrirung bei den Aneroidbarographen mittelst der äußerst geringen Kapillarfederreibung ist nun allerdings nicht neu. Bereits *Breguet* hat versucht, dieselbe in etwas modifizirter Form beim Aneroidbarometer zur Anwendung zu bringen

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. IV. 1881. S. 474.

und weiter hat eine andere Firma, *Richard Frères* in Paris-Belleville, eine große Zahl ähnlicher Barographen in den letzten Jahren in den Handel gebracht. Was die Ausführung im Einzelnen und die Leistungsfähigkeit anbetrifft, so sind ihnen jedoch die neuen Instrumente von *Usteri-Reinacher* entschieden erheblich überlegen.

Wie bei den frühern *Hottinger*'schen Barographen wird auch bei dem *Usteri*'schen Apparate als Motor eine Anzahl zusammengekuppelter Metallbüchsen verwendet, um die Luftdruckschwankungen aufzunehmen. Das Büchsensystem, dessen unteres Ende auf einer runden, messingenen Grundplatte aufliegt, ist in ganz gleicher Weise, wie bei der einfachen Büchse des Nivellirbarometers, durch eine starke Feder gespannt. Das freie, verlängerte Ende dieser Spannfeder trägt rechts eine glasharte, verstellbare Zirkularschneide, die nahe dem Drehpunkt auf den ausbalanzirten Registrirhebel wirkt, welcher an seinem längern (linken) Ende als Index die Kapillarfeder mit Tinte zur Aufzeichnung der Luftdruckkurve trägt. Mit Hülfe der kleinen, an der flachen, federnden Stirnseite des Registrirhebels angebrachten Schraube läßt sich die Federkraft des erstern leicht so adjustiren, daß die Spitze der Schreibfeder nur mit ganz schwachem Drucke an der Registrirtrommel aufliegt, wodurch der durch die Reibung allfällig hervorgerufene Einstellungsfehler der Feder auf ein zu vernachlässigendes Minimum reduzirt werden kann. — Ein vorzügliches Uhrwerk mit Ankerechappement und 8tägiger Gangzeit besorgt die gleichförmige Rotation der Registrirtrommel, die abhebbar ist und durch leichtes Drehen nach links oder rechts auf die richtige Zeit eingestellt werden kann. Die Umdrehungszeit der Trommel ist für gewöhnlich auf 24 Stunden bemessen, so daß man also auf einem und demselben Streifen in der wünschenswerthesten Ausführlichkeit und in kontinuirlicher Folge (wie bei dem registrirenden Regenmesser derselben Firma) die Barometerstände eines Tages verzeichnet erhält. Das Registrirdiagramm von 288 mm Länge zerfällt in 24 Stunden-Abschnitte, von denen jeder hinwiederum 6 Unterabtheilungen zu 10 Minuten enthält, so daß ganz wohl noch ein Zeitintervall von 2 Minuten unterschieden, bezw. geschätzt werden kann. Dem Barographen ist gleichzeitig noch ein Schalträdchen beigegeben, dessen Benutzung gestattet, die Rotationszeit der Trommel auf eine Woche zu fixiren; die zugehörigen, besondern Registrirkartons sind dann in Tage und Stunden eingetheilt, was für manche Untersuchungen der Uebersichtlichkeit halber noch etwas bequemer ist. Bei den zu Grunde gelegten Hebelverhältnissen, welche die Bewegung des Büchsensystems um das etwa 60fache vergrößern, gibt der Barograph die Schwankungen der Säule des Quecksilberbarometers in genau doppelter Vergrößerung wieder, d. h. einem Ausschlag des Registrirstiftes von 2 mm entspricht eine Hebung oder Senkung der Quecksilbersäule von gerade 1 mm. Danach ist auch die fixe Eintheilung des Registrirkartons bemessen worden (80 mm für die Maximalbewegung der Zeigerspitze).

Was die Leistungsfähigkeit des Apparates anlangt, so ist der Einfluß der Temperatur nach den Beobachtungen des Verf. ein ganz minimaler. Der dem Verfasser vorgelegene Barograph besaß gegen Temperatureinflüsse eine ungefähr achtmal geringere Empfindlichkeit als das gewöhnliche Quecksilberbarometer. Wenngleich dies nicht für alle Individuen der von *Usteri-Reinacher* konstruirten Barographen gelten wird, so ist doch nach den bisherigen Erfahrungen sicher anzunehmen, daß bei keinem dieser Instrumente der Temperatureinfluß eine solche

Größe erreicht, wie sie *Sprung* bei der genauen Untersuchung eines Aneroidbarographen der *Gebrüder Richard* in Paris gefunden hat.

Verf. will auch nicht verschweigen, daß, wie es ja auch bei einfachen Aneroiden sehr häufig vorkommt, jene ermittelte Standkorrektion bis jetzt während der immerhin etwas kurzen Beobachtungszeit noch nicht ganz konstant bleibt; es mag dies noch lediglich eine Folge der elastischen Nachwirkung sein. Andererseits zeigt sich bei dem Barographen auch die bekannte Erscheinung, daß das Aneroid bei größeren Druckschwankungen etwas zurückbleibt, d. h. nach einer Periode hohen Luftdrucks und darauf folgendem Sinken desselben giebt der Barograph etwas zu große Werthe, nach einer Periode niedrigen Luftdrucks und darauf folgendem Steigen jedoch zu kleine Werthe. Es liegt diese Eigenthümlichkeit eben im Konstruktionsprinzip dieser Instrumente; sorgfältig konstruirte Barographen leisten als Variationsinstrumente, was von ihrer Natur überhaupt gefordert werden kann. Die absoluten Angaben des Quecksilberbarometers werden sie dabei natürlich nicht entbehrlich machen können. *E. W.*

O. Ney. **Ein neuer Ballon-Thermograph.** Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt. VI. Jahrg. 1887. Heft X. S.

Der neue Thermograph möchte nach den damit gewonnenen Resultaten vielleicht geeignet sein, die persönlichen Thermometerbeobachtungen im Ballon entbehrlich zu machen, wie demselben wegen seiner Empfindlichkeit und kompendiösen Form überhaupt eine weite Verbreitung auch an meteorologischen Stationen zu wünschen wäre. — Bei der von der königl. Luftschiffer-Abtheilung dem Verf. aufgetragenen Konstruktion des Thermographen mußte das größte Gewicht auf eine schnelle Temperatur-Akkomodation gelegt werden, wodurch die Wahl der thermischen Körper eng begrenzt war, wenn gleichzeitig die nothwendige Stabilität mit in Betracht gezogen wurde. Luft-, Quecksilber- und Metallthermometer mußten theils der langsamen Folge, theils der Komplikation der Anordnung wegen ausgeschlossen werden, auch führten Versuchsreihen mit Systemen kombinirter, flach gewellter Metallkapseln mit Alkoholfüllung zu keinen brauchbaren Resultaten. Die besten Ergebnisse wurden mit *Bourdon*'schen Röhren erhalten, für welche jedoch erst die in der Zeichnung dargestellte Form gefunden werden mußte. Da es nämlich nur möglich war, eine schnelle Annahme der Umgebungstemperatur durch Darbietung einer sehr großen Oberfläche bei geringem Volumen zu erreichen, wandte ich ein *Bourdon*'sches Rohr von ganz flachem, elliptischem Querschnitt bei ca. 75 cm Länge, in Form einer Spirale aufgewunden, an. Das Rohr selbst wurde aus schwach mit Kupfer legirtem Nickel (der Elastizität wegen) mit einer Wandstärke von nur 0,2 mm und mit einer Füllung von Methylalkohol hergestellt. Der mit demselben erzielte Erfolg war vollkommen, denn es zeigte sich nicht nur eine konstante und zuverlässige Einstellung, sondern die Angaben des Thermographen bei Kontrolversuchen zwischen —5° und +35° eilten denen des gleichzeitig beobachteten Quecksilberthermometers regelmäßig um 0,5—1,5° *C.* voraus und die Endeinstellung wurde von dem Thermographen schneller erreicht. Auch bei der Beobachtung in der freien Luft registrirte der Thermograph stets Schwankungen, welche am Quecksilberthermometer nur unvollkommen zu beobachten waren. Um die Empfindlichkeit des Thermographen noch zu steigern und denselben gleichzeitig unempfindlicher gegen

beobachtete Einflüsse der strahlenden Wärme zu machen, wurde das *Bourdon*'sche Rohr mit einem weißen, sehr feinkörnigen Ueberzuge versehen, welcher die gewünschte Wirkung auch hervorbrachte. (Bemerkt sei hier noch, daß ein Rußüberzug des Rohres ganz erhebliche Wärmeanhäufungen durch Absorption herbeiführt und deshalb nicht anwendbar ist, obwohl er hinsichtlich der Empfindlichkeit des Instrumentes fast noch besseres leistet.)

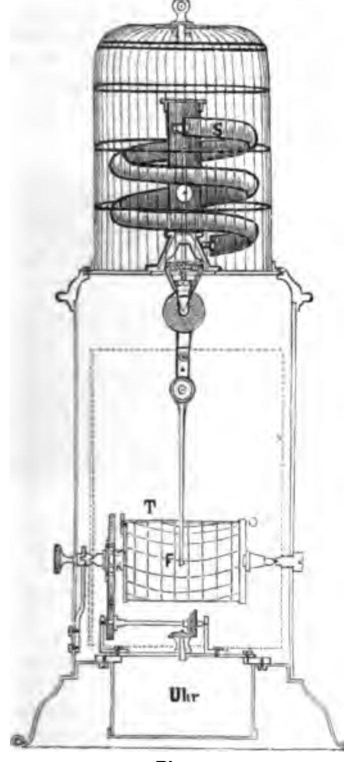


Fig. 5.

Die Spirale *S* des Thermographen, welche in der (Fig. 5) ersichtlichen Weise angeordnet und durch eine Feder ganz schwach gespannt ist, überträgt ihre Eigenbewegung zwangläufig nur mit etwa 10facher Vergrößerung auf die Schreibfeder *F*. Die mit vorgedrucktem Papier überspannte Registrirtrommel, welcher durch das im Fuß des Apparates liegende Uhrwerk ihre Bewegung ertheilt wird, macht in 3 Stunden eine volle Umdrehung und ist in Intervalle von je 5 Minuten getheilt, welche eine Minute abzulesen noch erlauben. Die Trommel ist mit einfachem Handgriff herausnehmbar und die nöthigen Einrichtungen für Justirung des Nullpunktes, sowie Veränderung der Vergrößerung sind an dem Apparate vorhanden. Der empfindlichste Theil des Ganzen, das *Bourdon*'sche Rohr, ist durch einen sehr festen Drahtkorb geschützt, welcher aber aus so dünnen Stäben besteht, daß er die Temperaturangaben nicht beeinträchtigt. An diesem Drahtkorb befindet sich oben ein Ring, mittelst welchem der Thermograph aufgehängt werden kann.

Die beigedruckte Kurve (Fig. 6) des Thermographen giebt ein Bild des Temperaturganges am 9. September 1887 in den Stunden

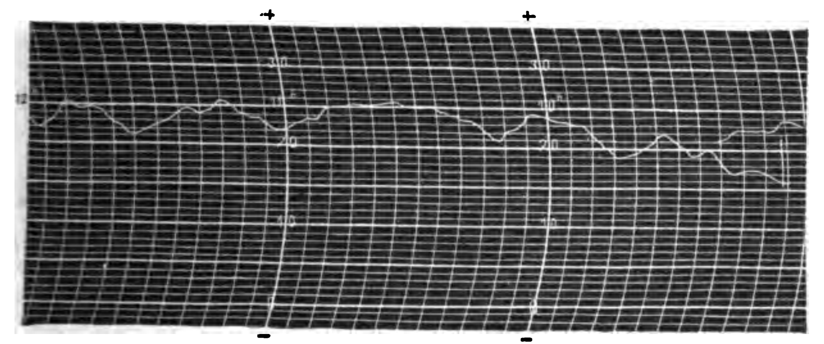


Fig. 6.

von 9 bis 12 Uhr Vormittags. Es ist ersichtlich, daß in einer Minute Schwankungen bis zu 1,5° *C.* vorkommen, welche bei leicht bewölktem Himmel aus dem fortwährenden Erscheinen und Wiederverschwinden der Sonne sich erklären.

Fig. 7 zeigt die Kurve zweier Versuche zur Prüfung der Schnelligkeit der Einstellung des Thermographen. Ueber das *Bourdon*'sche Rohr wurde ein doppelwandiges Gefäß, dessen Hohlraum mit Eis angefüllt war, gebracht. Es fällt dabei auf, daß das Heruntersinken der Temperatur bis auf + 2° stets 30—35 Minuten in Anspruch nahm, doch ist dies daher zu erklären, daß die Abkühlung der das *Bourdon*'sche Rohr umspülenden Luft nur langsam durch Zirkulation derselben in dem abgeschlossenen Raume stattfinden konnte. Wurde nun, nachdem die Temperatur nahezu konstant geworden war, das Eisgefäß entfernt, so erforderte bei dem Zutritt der freien Luft die Einstellung des Termographen von + 2° auf + 21° nur 12 Minuten, während ein Quecksilber-Thermometer hierzu einiger Minuten mehr bedurfte.

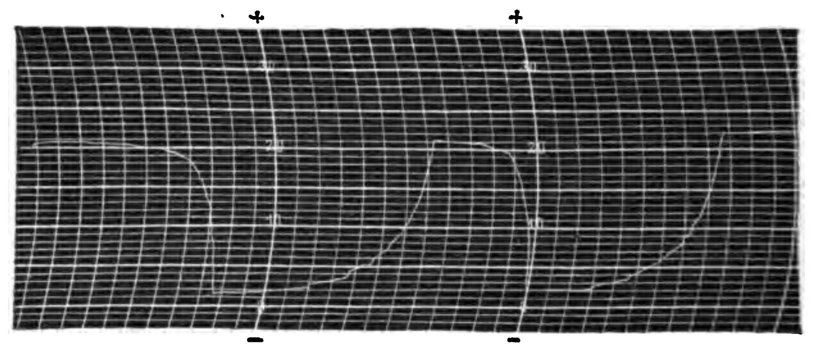


Fig. 7.

Das Instrument wird in der mechanischen Werkstatt des Herrn *O. Ney*, (Berlin SW., Wilhelmstr. Nr. 34) angefertigt. *E. W.*

***O. Ney.* Ein registrirendes Hygrometer.** Zeitschrift des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt. 1887. Heft 7 u. 8.

Durch lange Aufmerksamkeit, welche Verf. der Hygrometrie zuwandte, gelang es demselben, ein Prinzip zu finden, welches unter Beibehaltung eines geeigneten organischen Körpers als feuchtigkeitsempfindlichen Theil des Instrumentes es gestattet, das letztere sowohl mit Sicherheit und großer Empfindlichkeit registriren zu lassen, als auch Resultate von hinreichender wissenschaftlicher Genauigkeit zu erlangen.

Es mußte zunächst auf Grund von Erfahrungen in dieser Richtung davon abgesehen werden, band- oder streifenförmige Körper als Kollektoren zu verwenden, weil diese die größten Eigenveränderungen zeigen, so daß der Nullpunkt des Apparates niemals oder nur auf kurze Zeit mit dem wirklichen zusammenfällt. Als beste Form ergab sich die einer kreisförmigen Scheibe, welche die genannten Fehler durch die überwiegende Kontraktionskraft in sich am vollständigsten zum Ausgleich bringt, ohne neue Deformationen eintreten zu lassen.

Als hygroskopisches Material wählte Verf. eine thierische, eigenthümlich chemisch präparirte Membran, deren Angaben unter den vielen geprüften Objekten als sehr konstant sich erwiesen. Für die von einer solchen ausgeübte Kraft mag es sprechen, daß bei den Vorversuchen eine direkte Belastung von 150 Gramm stets mit Sicherheit wieder bis zum gleichen Punkt gehoben wurde; im Registrirapparate selbst ist jedoch durch Balanzirung die Belastung der Membran so gering, daß bei der oben angegebenen Leistung eine Beeinflussung der wahren Angaben nicht zu befürchten steht. Es mag dies durch die Anführung einiger Beispiele

näher illustrirt werden, welche durch Parallelbeobachtungen des registrirenden Instrumentes und eines *August*'schen Psychrometers gewonnen wurden:

1) 6. Juni, Vormittag 11³/₄ Uhr Trocknes Thermometer 20,0°
Feuchtes „ 15,2°.

Hieraus berechnet sich der Feuchtigkeitsgehalt nach der Formel

$$f = \frac{f' - 0{,}6\ (t-t')}{f\ max.}$$

$$f = \frac{12{,}8 - 0{,}6\ (20 - 15{,}2)}{17{,}2} = 0{,}52 = 52\,\%.$$

Zur gleichen Zeit ergab die Hygrometerablesung 51%, so daß der Fehler — 1% betrug.

2) 6. Juni, Nachmittag 8¹/₂ Uhr Trocknes Thermometer 18,9°
Feuchtes „ 14,3°

$$f = \frac{12{,}24 - 0{,}6\ (18{,}9 - 14{,}3)}{16{,}9} = 0{,}56 = 56\,\%.$$

Hygrometerablesung 57%, Fehler + 1%.

3) 7. Juni, Nachmittag 9 Uhr Trocknes Thermometer 19,7°
Feuchtes „ 16,0°

$$f = \frac{13{,}6 - 0{,}6\ (19{,}7 - 16)}{16{,}9} = 0{,}67 = 67\,\%.$$

Hygrometerablesung 65,5%, Fehler —1,5%.

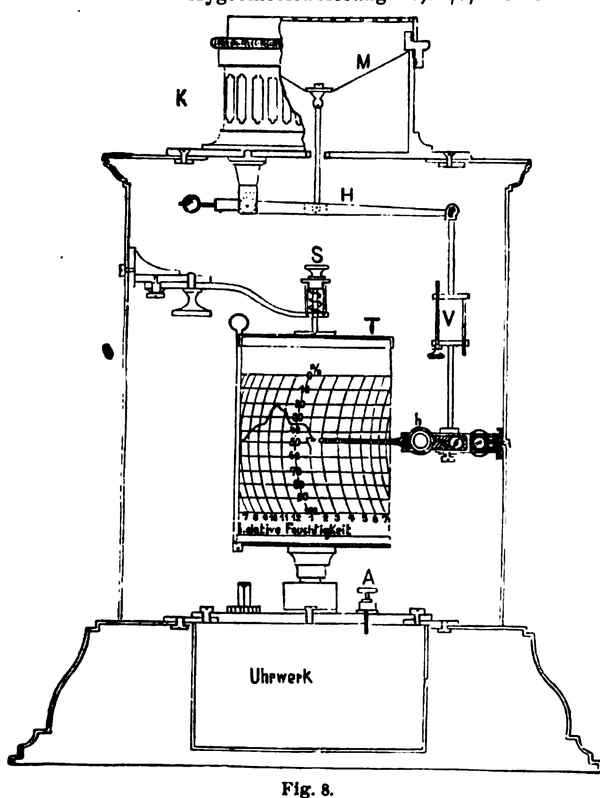


Fig. 8.

Hiernach dürften die Angaben des Hygrometers wohl als ausreichend genau betrachtet werden können.

Die Konstruktion des Instrumentes kann aus nebenstehender Abbildung (Fig. 8) leicht erkannt werden. Die Bewegungen der in der oberen durchbrochenen Kapsel *K* befindlichen Membran *M* werden durch die Hebel *H* und *h* auf die Registrirfeder übertragen, welche dieselben in ungefähr achtmaliger Vergrößerung auf die Trommel *T* zeichnet. Mit Hilfe der Parallelverschiebung *V* können etwaige Korrektionen des Nullpunktes bewirkt werden. Die vertikal angebrachte Trommel *T* rotirt in 24 Stunden einmal um ihre Achse, so daß Zeitintervalle von 5 Minuten mit Bequemlichkeit abzulesen sind, während der Abstand des Null- und Hundertpunktes von einander 50 Milli-

meter beträgt, so daß man ½ % schätzen kann. Das Uhrwerk, welches 8 Tage geht, ist in dem Gehäusefuß geschützt angebracht und kann mittelst der Schraube *A* arretirt werden. Die Trommel ist mit Reibung auf ihrer Achse drehbar und kann stets auf die Zeit eingestellt werden. Das Erneuern der vorgedruckten Registrirstreifen geschieht täglich in der gewöhnlichen Weise; die einmalige Füllung der Registrirfeder mit Farbe genügt für ca. 14 Tage.

Die in Figur 9 abgebildete Kurve giebt den Feuchtigkeitsgehalt der Luft vom 25. bis zum 26. Mai 1887, wie ihn der Apparat fixirte. Die an der Kurve um 12 Uhr Mittags zu beobachtende plötzliche Zunahme der Luft an Feuchtigkeit um ca. 30% ist auf einen Regenfall zurückzuführen. Besonders für diese letztere sind die Angaben des registrirenden Hygrometers höchst charakteristisch und geben (ausgenommen in quantitativer Hinsicht, obgleich sie auch hier annähernde Schlüsse zulassen) über deren Verlauf fast noch anschaulichere Bilder als der Regenmesser selbst.

Der Apparat kann zum Preise von 150 Mark aus der Werkstätte des Erfinders (Berlin SW., Wilhelmstr. 34) bezogen werden. *E. W.*

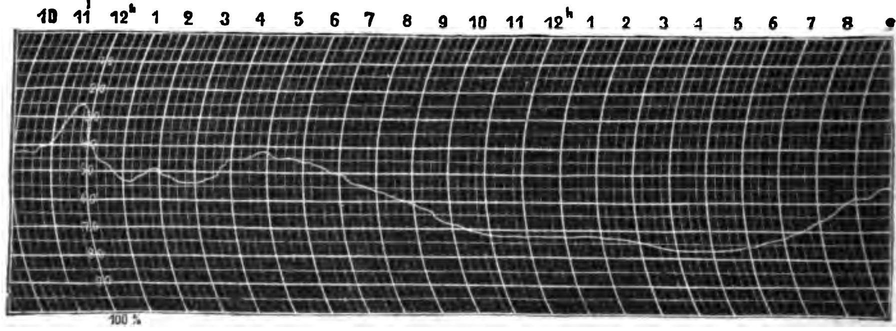


Fig. 9.

***H. Wild.* Weitere Versuche über die Bestimmung der wahren Lufttemperatur.** Repertorium für Meteorologie. Bd. X. Nr. 10 und „Naturw. Rundschau". 1887. Nr. 19. S. 148.

Man kennt die vom Verf.[1]) angegebenen und in den meisten meteorologischen Stationen angewendeten Gehäuse zur Aufstellung des Thermometers. Seit längerer Zeit werden Versuche angestellt, um zu ergründen, bis zu welchem Genauigkeitsgrade das Thermometer unter einem solchen Schirm die wahre Lufttemperatur anzeigt, namentlich dann, wenn der Luftzug ein sehr geringer und dazu der Einfluß der Sonnenstrahlung ein sehr erheblicher ist. Das bekannte Schleuderthermometer erwies sich als kein hinreichend sicheres Mittel zur Prüfung der dem Gehäuse zuzuschreibenden Einwirkung. „Dagegen schien die Vereinigung eines Thermometers mit berußter Kugel und eines solchen mit vergoldeter polirter Kugel unter rascher Bewegung in der Luft herum ein neues Mittel zur Bestimmung der wahren Lufttemperatur darzustellen." Die bezügliche Formel, mittelst deren die gesuchte Größe aus den beobachteten Ständen des Queck-

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. VIII. 1885. S. 88 u. 339.

silbers im einen und anderen Wärmemesser berechnet werden kann, war vom Verf. bereits früher aufgestellt worden; liefert das vor dem Versuche stets erst neu zu berußende Thermometer mit schwarzer Kugel die Zahl *ts* und dasjenige mit polirter Kugel die Zahl *tm*, so ist die wahre Lufttemperatur t durch die Gleichung: $t = tm - 0{,}15\ (ts - tm)$ gegeben. Gegen eine früher entwickelte, noch umfassendere Relation zwischen den verschiedenen t ließ sich das einwenden, daß wir von der erst neuerdings durch *Langley* u. A. genauer untersuchten „selektiven" Absorption der Sonnenstrahlen in der Atmosphäre viel zu wenig wissen, um erstere mit Vertrauen benutzen zu können.

Nachdem die durch die erwähnte Kombination von Beobachtung und Rechnung erhaltenen Zahlenwerthe in aller Ausführlichkeit mitgetheilt, geordnet und tabellarisch gebucht sind, gelangt Verf. zu wichtigen Ergebnissen. Die übliche Thermometerbeschirmung erfüllt wenigstens für die Breite von St. Petersburg ihren Zweck vollständig, d. h. das so geschützte Thermometer entfernt sich in seinem Stande von der wahren Lufttemperatur um blos $\pm$ 0,1°. Die Hinzufügung eines Ventilators empfiehlt sich, um in Ausnahmefällen die Luft in der Umgebung der Beobachtungsstelle vor völliger Stagnation zu bewahren. An windstillen, durch starke Strahlung ausgezeichneten Tagen kann die Lufttemperatur für zwei benachbarte und verschiedenartig beschattete Plätze eine ziemliche Differenz aufweisen, die auf mehr als auf 0,5° des hunderttheiligen Thermometers anzusteigen vermag. Die hohe Wichtigkeit, welche gemeiniglich dem Schleuderthermometer beigelegt wird, erleidet durch des Verf. Untersuchung einige Einbuße, insofern nämlich die Angaben dieses Instrumentes nur im Schatten einer Beschirmung einigermaßen zuverlässig erkannt wurden. — Ein Schlußwort kritisirt die Versuche, welche *Sawaljew* hinsichtlich der Eruirung ganz genauer Wärme- und Feuchtigkeitsangaben gemacht hat, und beweist, daß auch diese Anordnung der Instrumente nicht durchaus den von der Wissenschaft zu stellenden Anforderungen Genüge thut.

R. Assmann. **Das Aspirations-Psychrometer, ein neuer Apparat zur Ermittelung der wahren Temperatur und Feuchtigkeit der Luft.** Das Wetter. 1887. Heft 12. S. 265 und 1888. Heft 1. S. 1. — Meteor. Zeitschrift. 1888. April-Heft. S. [33].

Die Ermittelung der wahren Lufttemperatur stößt bekanntlich auf große Schwierigkeiten. Als geeignetes Instrument hierzu empfahl Verfasser seinerzeit *Arago*'s Schleuderthermometer[1]). Auch *Hazen* und *Köppen* befürworteten die Anwendung desselben gegenüber den festen und beschirmten Aufstellungen. Allein bei seinen Vorzügen besaß doch das Schleuderthermometer immer noch erhebliche Nachtheile; es war nicht gänzlich frei von Strahlung, schwer vor Benetzung bei Regen zu schützen und sehr zerbrechlich. Es galt also einen Apparat zur Ermittelung der wahren Lufttemperatur herzustellen, der die Vortheile des Schleuderthermometers besitzen, jedoch frei von dessen Nachtheilen sein sollte.

Nach zahlreichen Versuchen gelangte Verf. zu einer Form, welche allen Anforderungen zu genügen scheint, es entstand das Aspirations-Thermo- und Psychrometer. Dasselbe besteht aus zwei durch ein Querstück verbundenen Röhren aus vernickeltem und hochpolirtem Messing von 1,0 cm lichtem Durch-

1) Diese Zeitschrift. Bd. VII. 1884. S. 459.

messer, 6,7 cm Länge und 0,4 mm Wandstärke, welche zwei Einschlußthermometer mit zylindrischen Gefäßen (Durchmesser 4,5 mm) umgeben. Eines der letzteren fungirt als feuchtes Thermometer; beide sind in Ringe gekittet, welche dicht in den oberen Theil der Hüllröhren eingesetzt werden können. An dem Verbindungsrohr, das unmittelbar unter den zur Aufnahme der Ringe bestimmten Rohr-Enden in die beiden parallelen Röhren mündet, sitzt ein Mundstück, von welchem aus ein Gummischlauch zum Aspirator führt. Der letztere, ein kleiner Saugbalg aus Holz und Schafleder, aspirirt in je 4 Sekunden 600 ccm Luft, indem er durch eine Feder sich selbstthätig öffnet. Die Unterbrechungen des Luftstromes, welche unausbleiblich sind beim Zusammendrücken des Balges durch den Beobachter, sind nur von sehr kurzer Dauer (1 Sek.) und daher wirkungslos. Der Apparat wird an den Oesen der Thermometer, die durch ein Stück Hartgummi gegeneinander gestützt sind, aufgehängt und der Blasebalg von dem Beobachter in Bewegung gesetzt. Als Schutz bei Regen oder Schnee dient ein größerer Mantel, der von oben her über den unteren Theil des Apparates geschoben wird und das Röhrensystem verhüllt.

Die Leistungen des Apparates sind vortrefflich. Um den Beweis zu liefern, daß in der That unter dem Zusammenwirken der Wärmereflexion von der Hüllenoberfläche und der Luftzufuhr die Wirkung der Strahlungseinflüsse vollkommen beseitigt wird, wurde der Versuch gemacht, ob der Apparat in voller Sonnenstrahlung dieselben Angaben liefert, wie im Schatten eines Körpers, welcher selbst für die zu untersuchende Luft thermisch indifferent ist. So wurden z. B. am 4. Juli zwei gleiche trockene Thermometer im Apparat beobachtet, von denen das eine durch ein in 1,5 m Entfernung aufgestelltes Lineal beschattet war. Das besonnte zeigte 24,99°, das beschattete 25,00° im Mittel zahlreicher Ablesungen, während das Schwarzkugelthermometer auf 42,40° stand. Eine Untersuchung des Apparates in 1600 m Höhe auf der Schneekoppe nach der gleichen Methode zeigte gleichfalls die völlige Wirkungslosigkeit aller Strahlungseinflüsse.

Der Aspirationsapparat hat erheblich größere Empfindlichkeit als die gewöhnlichen Standthermometer; besonders gilt dieses vom Aspirationspsychrometer. Alle diese Eigenschaften machen den Apparat auch besonders geeignet für Beobachtungen im Ballon. Ferner bewährt er sich in hohem Grade bei Winterbeobachtungen auf Hochstationen, da die Rauhreifbildung während der Beobachtungszeit auf den äußeren Mantel beschränkt bleibt, welcher für Beobachtungen bei Niederschlägen benutzt wird.

Es ist keine Frage, daß das Aspirationsthermometer ein äußerst werthvoller Apparat zur Erforschung einerseits der Verhältnisse der wahren Lufttemperatur, andererseits auch derjenigen der Luftfeuchtigkeit ist.

Der Apparat wird von *R. Fuess* in Berlin hergestellt. *E. W.*

***J. van Bebber*. Die Ergebnisse der Wetterprognosen im Jahre 1886.** Beiheft zum Monatsbericht der deutschen Seewarte. 1887. und „Der Naturforscher". 1887. No. 35 S. 312.

In den zu Anfang des Jahres 1886 reorganisirten Monatsberichten der deutschen Seewarte sind die thatsächlichen Witterungsverhältnisse vergleichend mit den von der Seewarte ausgegebenen Prognosen für jeden Tag zusammengestellt

und zwar für Hamburg, Neufahrwasser und München, gewissermaßen als die Repräsentanten des nordwestlichen, östlichen und südlichen Deutschlands. Es erschien nun nicht uninteressant, das in diesen Tabellen niedergelegte Material zu verwerthen und die daraus sich ergebenden Resultate zusammenzustellen.

Dieser Arbeit hat sich der Verf. unterzogen. Der Erfolg oder Mißerfolg der Wetterprognosen kann durch zwei Ursachen mehr oder weniger beeinflußt werden, nämlich durch die Wahrscheinlichkeit des Eintritts einer Witterungserscheinung und durch die Erhaltungstendenz des Wetters.

Es ist klar, daß der Zufall gewöhnlich nicht gerade 50% Treffer entspricht, sondern daß die Trefferprozente für den Zufall im Allgemeinen in außerordentlich weiten Grenzen liegen und daß dieselben mit dem jeweiligen Witterungscharakter großen Schwankungen unterworfen sind. So kommen z. B. für Hamburg 357 Beobachtungen der Windstärke in Betracht, und zwar 284 schwache, 57 frische und 16 stürmische Winde; es entsprechen also dem Zufall 80% schwache, 16% frische und 4% stürmische Winde. Es erschien hiernach nöthig, bei der Untersuchung des Erfolges oder Mißerfolges der Wetterprognosen den Zufall in Rechnung zu bringen.

Ein anderer, sehr wichtiger, hierbei ebenfalls in Betracht fallender Punkt scheint die Erhaltungstendenz des Wetters zu sein, nämlich die Neigung des Wetters, denselben Charakter längere Zeit beizubehalten. In der That, wollte man beständig auf Fortdauer des zur Zeit der Prognosenstellung bestehenden Wetters prognostiziren, so würde man für die meisten meteorologischen Elemente Resultate erhalten, welche größere Trefferprozente aufweisen, als den auf den bloßen Zufall begründeten Prognosen entsprechen. Derlei Prognosen kommen nun für die Praxis wenig in Betracht, da es sich hier hauptsächlich um die Voraussage einer Wetteränderung handelt.

Aus der vom Verf. gegebenen Zusammenstellung heben wir für die Erhaltungstendenz noch hervor, daß die Perioden der kalten Tage 1886 durchweg länger waren als diejenigen der warmen Tage und solche mit nahezu normaler Temperatur. Die Perioden mit trüben Tagen sind durchweg länger als jene der heiteren und gemischten, dagegen sind die Perioden der trockenen Tage durchschnittlich länger als jene der Regentage. Für die Richtigkeit der Prognosenstellung lassen sich nun weiter folgende Schlüsse ziehen:

1) Temperatur. Die Trefferprozente aller Prognosen auf kaltes und warmes Wetter übertreffen für alle drei Prognosengebiete den Zufall erheblich. Auch für die Temperaturänderung sind die Trefferprozente den Prognosen durchweg günstig. In den verschiedenen Gebieten zeigt sich eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit im Erfolge der Prognosen. Zu oft wurde die Prognose „unverändert“ gestellt.

2) Bewölkung. Nicht so übereinstimmend sind die Zahlenwerthe für dieses Element, sie zeigen vielmehr unter sich erhebliche Abweichungen. Die Prognosen auf „heiter“ waren gut für Neufahrwasser, dagegen ungünstig für Hamburg.

3) Niederschläge. Die Trefferprozente in Bezug auf Niederschlag zeigen für alle drei Gebiete große Uebereinstimmung und geben einen Ausdruck für einen nicht ungünstigen Erfolg der Prognosenstellung.

Vereinigt man alle Zahlen in der Weise, daß alle über dem Zufall liegenden Trefferprozente für die drei Prognosengebiete summiren, so gelangt man zu einem Gesammtresultate, welches in mehrfacher Beziehung interessant und wichtig ist, und zwar findet man für Hamburg 572, Neufahrwasser 575, München 546. Die Uebereinstimmung in diesen Zahlen ist außerordentlich groß und führt zu der Schlußfolgerung, daß der Prognosendienst für alle drei Gebiete fast gleich günstige Erfolge hatte, obwohl nach der gewöhnlichen Annahme Hamburg wegen Anwendung lokaler Beobachtungen hätte bevorzugt werden müssen. Verf. hat schon wiederholt darauf hingewiesen, daß der Werth lokaler Beobachtungen für die Wetterprognosen in der Regel überschätzt wird und das obige Resultat bestätigt die Behauptung in vollstem Maße. Statt die lokalen Einflüsse bei jeder Gelegenheit ohne Weiteres herbeizuziehen, wäre es doch wohl viel wichtiger, dieselben genauer zu studiren und ihrem Werthe nach festzustellen: man würde dann zu dem Resultat kommen, daß dieselben viel geringer sind, als man anzunehmen geneigt ist.

Die Untersuchung führt nun zu folgenden Hauptresultaten:

1) Die Wahrscheinlichkeit des rein zufälligen Auftretens einer Witterungserscheinung ist nicht 50%, sondern liegt im Allgemeinen zwischen sehr weiten Grenzen. Eine Berücksichtigung des reinen Zufalls ist für die Beurtheilung des Erfolges oder Mißerfolges der Prognosen unbedingt nothwendig.

2) Die Erhaltungstendenz des Wetters ist zwar bei Aufstellung von Wetterprognosen nicht zu vernachlässigen, allein Prognosen, welche nur auf Erhaltungstendenz basirt sind, haben keinen oder doch nur bedingten Werth. Bei der Prognosenstellung ist das Hauptaugenmerk auf die Vorhersage des Witterungswechsels zu legen. Daß dieses bei den Wetterprognosen der Seewarte wirklich der Fall ist, geht aus obiger Untersuchung deutlich hervor.

3) Bei der Anwendung der Ausdrücke in der Prognose „normale Temperatur“, „unveränderte Temperatur“, „veränderliche Bewölkung“ ist es gerathen, ganz besonders vorsichtig zu sein.

4) Die Prognosen der Seewarte haben eine reelle Basis und können ziffermäßig einen nennbaren Erfolg aufweisen.

5) Die Zahlenwerthe für die Prozentzahl der Treffer sind für die drei Prognosengebiete nahezu gleich, und hieraus folgt, daß der Werth der Lokalindizien meistens überschätzt worden ist.

***B. Buszczynski*. Beobachtungen der oberen Wolken und ihre Bedeutung für das Wetter.** Wochenschrift f. Astron., Met. und Geogr. 1886. No. 49 und „Der Naturforscher“. 1887. No. 10. S. 91.

In den vier Jahren 1882—1885 beobachtete Verf. zu Krakau den Zug der oberen und unteren Wolken. Nach den von ihm zusammengestellten Resultaten treten am häufigsten unter allen Wolkengattungen die Cirri auf, welche vorwiegend aus Westen kommen, während sie nach den Bemerkungen von *Dankelmann* auf der südlichen Halbkugel meist aus Osten ziehen.

In den kälteren Monaten kommen die oberen Wolken aus mehr nördlicher, in den wärmeren Monaten aus mehr südlicher Richtung und zwar werden sie gegen den Unterwind nach rechts abgelenkt.

Für die Vorausbestimmung des Niederschlags ist die Beobachtung der oberen

Wolken von besonderer Bedeutung, namentlich wenn es sich um den Uebergang einer Witterungsperiode in eine andere handelt. Solche Uebergänge kennzeichnen sich wohl auch noch durch schwachen Wind, eine unsichere Windrichtung oder Nebel. Gewöhnlich stellt sich der Uebergangsprozeß so dar, daß der Unterwind immer schwächer wird, um endlich nach kurzer Windstille die Richtung der zuletzt beobachteten oberen Wolken anzunehmen. In anderen Fällen kann man unmittelbare Uebergänge des Cirrostratus-Randes in Cirrokumulus beobachten, wie sie durch Senkung der ersteren Schicht entstehen. Um solche Beobachtungen zu einer guten Prognose benützen zu können, darf auf die Aushilfe der Wetterkarten und die Kenntniß anderer meteorologischer Elemente nicht verzichtet werden.

E. Ramann. **Die Einwirkung von Wasser auf Buchen- und Eichenstreu.** Zeitschrift f. Forst- und Jagdwessn. 1888. Heft 1. S. 2—10.

C. Ferrari. **Beiträge zur Gewitterkunde.** Meteor. Zeitschrift. V. Jahrgang. 1888. S. 1—26.

G. Kiesel. **Ueber atmosphärische Elektrizität.** Beilage zum Programm des Louisenstädtischen Realgymnasiums in Berlin. 1887.

Magrini. **Ueber Bildung von Elektrizität bei Kondensation von Wasserdampf.** Rivista Scientifico-Industriale. 1886. Dezember.

L. Palmieri. **Elektrizität bei der Bildung dichter Nebel.** Rendiconti della Accademia delle Scienze fisiche e mat. di Napoli. 1886. XIV. p. 282.

Lehmann. **Blitzgefahr, Baumart und Bodenart.** Das Wetter. 1887. Heft 11. S. 249—257.

H. Wild. **Die Regenverhältnisse des russischen Reichs.** V. Supplementband z. Rep. f. Met. Mit einem Atlas. St. Petersburg. 1887.

J. M. Pernter. **Ueber die barometrische Höhenmeßformel.** Mit neuen Tafeln. Rep. d. Physik. Von *F. Exner.*

C. Lang. **Bedeutung und praktische Verwerthung der Wetterberichte.** Zeitschrift d. landw. Ver. in Bayern. 1887. Novemberheft.

III. Agrar-Meteorologie.

Mittheilungen aus dem landwirthschaftlich-physiologischen Laboratorium und landwirthschaftlich-botanischen Garten der Universität Königsberg.

I. Ueber das Eindringen der Wintertemperaturen in den Boden und in verschieden tief angelegte, mit verschiedenen Materialien in ungleicher Stärke eingedeckte Rübenmiethen.

Von Professor Dr. G. **Marek.**

Für das Eindringen des Frostes in den Boden und in Rübenmiethen bilden die jeweiligen, den örtlichen Verhältnissen angehörenden Wintertemperaturen den entscheidenden Maßstab. Für Königsberg, an welchem Orte diese Untersuchungen in den Jahren 1879—84 angestellt wurden, lagen die zwölfjährigen, in der Zeit von 1848—59 gemachten und in der Zeitschrift des Königl. preußischen Bureaus von *Engel*, Jahrgang 1861, Seite 126—127, veröffentlichten Beobachtungen vor.

Dieselben lauten:

Oktober .	28.— 1.	4,92°	R.	Dezember	22.—26.	—0,69°	R.
November	2.— 6.	3,88	„		27.—31.	—0,74	„
	7.—11.	2,45	„	Januar .	1.— 5.	—3,54	„
	12.—16.	0,78	„		6.—10.	—4,75	„
	17.—21.	—0,31	„		11.—15.	—3,98	„
	22.—26.	—0,03	„		16.—20.	—3,13	„
Dezember	27.— 1.	—1,31	„		21.—25.	—2,14	„
	2.— 6.	—0,01	„		26.—30.	—3,50	„
	12.—16.	—0,34	„	Februar	31.— 4.	—3,70	„
	17.—21.	--2,11	„		5.— 9.	—2,36	„

Februar	10.—14.	—2,11 °R.	März	12.—16.	—0,88 °R.
	15.—19.	—1,93 „		17.—21.	—0,07 „
	20.—24.	—2,17 „		22.—26.	—0,13 „
	25.— 1.	—1,19 „		27.—31.	—1,13 „.
März .	2.— 6.	—0,83 „			

So werthvoll diese Angaben auch sind, so geben sie doch nur die mittleren Temperaturen nach Pentaden an. Die einzelnen Kälteperioden, durch welche die Wintermonate unterbrochen werden, sind nicht ersichtlich. Bekanntlich folgt einer wärmeren Periode immer eine kältere. Letztere zeichnet sich durch bestimmte Kältepole, d. i. durch Tage mit besonders niedrigen Temperaturen aus. Diese sind es wieder, welche auf die Erniedrigung der Miethentemperatur einwirken, und den Frostpunkt allmählich durch die schützende Decke bis zu den Früchten und in das Innere der Miethe eindringen machen. Das Maß des Eindringens, wie die Größe der Temperatur-Depression bilden dann die Entscheidung für das Resultat der mehr oder weniger günstig bewerkstelligten Aufbewahrung der Früchte. Wenngleich für die einzelnen Oertlichkeiten Erfahrungssätze für die Stärke und Art der Schutzdecke gegenüber der Strenge der Winterkälte vorliegen, so äussern sich auch anderseits die Jahre sehr verschieden. Während der eine Jahrgang so milde ist, daß er nicht einmal das für die häuslichen und gewerblichen Zwecke erforderliche Eis erzeugt, brechen andere Jahrgänge mit einer Strenge und andauernden Kälte herein, welche mit dem Monate Oktober beginnt und erst im April endigt. Diese lange währende Kälte dringt aber ungleich tiefer, und bildet einen zweiten Faktor für die Berücksichtigung bei der Anlage der Miethen.

Einen weiteren werthvollen Anhalt für die Größe des Eindringens der Winterkälte in Miethen bilden die Bodentemperaturen.

Wo solche für eine Oertlichkeit, namentlich für strenge Winter vorliegen, kann das Maß und die Art der erforderlichen Eindeckung bei den Miethen leichter ermessen werden. Allerdings dürfen hierbei gewisse Berücksichtigungen nicht außer Acht gelassen werden. Der Boden liegt horizontal, die Miethe erhebt sich über das Niveau des Bodens und bietet der Temperatur, namentlich bei einsetzenden scharfen Winden, andere Angriffsflächen wie der horizontal gelagerte Boden. Auch wird der der Sonnenseite zugekehrte Theil der Miethe unter einem anderen Winkel von den Sonnenstrahlen getroffen und sich mehr erwärmen als der flachliegende

Boden. Erwärmung wie Abkühlung werden sich bei den Miethen in rascherem Tempo ablösen und größere Extreme im Gange der Temperatur aufweisen wie der Boden. Kombinirtes Auftreten von Kälte und Wind können mitunter recht erhebliche Abweichungen von den gleichzeitig verfolgten Bodentemperaturen darthun. Doch sind derlei exzessive Vorkommnisse seltener und für den gleichmäßigen Verlauf der Boden- und Miethentemperaturen im Allgemeinen nicht so erheblich, als daß die Brauchbarkeit der Bodentemperaturen für den Vergleich mit den Miethentemperaturen in Frage gestellt werden könnte.

Für Königsberg lagen mir nur die Bodentemperaturen für das Jahr 1877 vor. Nach den in den Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg 1879, Seite 147—161, von Dr. *E. Dorn* veröffentlichten Beobachtungen betrugen die Monatsmittel in ^{0} R für 7 Uhr Morgens in den Tiefen von

	1′	2′	4′	Lufttemperatur.
für Monat Januar	—0,39	0,02	1,70	—2,39
„ „ Februar	—0,23	0,13	1,58	—2,06
„ „ März	—0,23	0,24	1,53	—3,59
„ „ November	6,35	6,91	7,92	4,57
„ „ Dezember	2,29	3,34	5,43	—1,62.

Die kälteste Temperatur der Luft wurde am 11. März mit —18,40^0 R. beobachtet. Die kälteste Bodentemperatur fiel

für die Bodentiefe von 1′ auf den 14. Februar mit —1,76^0
„ „ „ „ 2′ „ „ 1. Januar „ —0,35^0
„ „ „ „ 4′ „ „ 14. März „ —1,49^0.

Leider haben diese Beobachtungen für die Zwecke der vorliegenden Arbeit nur einen theilweisen Werth. Es ist nur eine Bodentiefe beobachtet worden, welche mit der Eindeckungsstärke der Miethen in einen gewissen Zusammenhang zu bringen wäre, und zwar jene für die Tiefe von 2′ oder 62 cm. Eine brauchbare Vergleichung wäre vorhanden gewesen, wenn auch die Bodentiefen von 50, 80 und 100 cm in den Kreis der Beobachtungen gezogen worden wären.

Es erschien deßhalb nothwendig, diese Beobachtungen bei den gleichzeitig vorgenommenen Temperaturmessungen an Miethen in Verbindung zu bringen.

Der Kernpunkt der Untersuchung liegt allerdings in der Prüfung des Verhaltens der Miethen gegenüber dem Eindringen der Winterkälte, wenn selbe verschieden tief angelegt sind und mit verschiedenem Material in verschiedener Stärke eingedeckt wurden. Bei der Mannigfaltigkeit der daraus hervorgehenden Kombinationen ergeben sich eine Reihe von Fragen, die sich bei Inangriffnahme der Untersuchung aufdrängen, und die einer Beantwortung zugeführt werden müssen, soll über das Wesen des Verhaltens der Miethen die nothwendige Aufklärung erfolgen. Ich habe diese Fragen im Nachstehenden zusammengestellt, und lauten dieselben im Folgenden:

1) Welche **Wintertemperaturen** beherrschen die für die Untersuchung gewählte Oertlichkeit?

2) Welche **Kälteperioden** sind der Oertlichkeit eigen, wie oft wiederholen sich dieselben, wie lange pflegen sie zu währen, und von welchen Kältepolen sind dieselben gemeiniglich begleitet?

3) **Wie wirken diese Kälteperioden** auf die horizontale Erdschichte, bis zu welchen Tiefen dringen sie ein, wie schreitet die Kälte nach den tieferen Erdschichten fort, mit welchem Intensitätsgrade und welcher Verspätung?

4) Wie verhalten sich die über die Oberfläche als Erdhaufen herausragenden Miethen gegenüber dem eintretenden Wechsel der Temperatur? Wie verhalten sich Erdschichten von der Eindeckungsstärke von 60, 80, 100, 110 und 130 cm Stärke? Wie verhalten sich dieselben, wenn sie in gleicher Ebene mit dem Boden, also horizontal, wie, wenn sie unter das Niveau der Erde, in den Vertiefungen von 10, 25, 40, 50 und 60 cm angelegt sind? Wie verhält sich hierbei die Temperatur des Kammes der Miethe, wie jene der Basis oder Sohle, wie zur Morgenstunde und wie zur Mittagszeit? Wie tief pflegen Fröste in die Miethe einzudringen? Durchdringen dieselben nur die schützende Erdschichte, oder den First der Miethe oder einen Theil derselben, oder die ganze Miethe?

5) Wie wirken anderweitig verwendete Eindeckungsmaterialien? Wie verhält sich die Temperatur der Miethe, wenn **Dünger** unter die Miethe, und wie, wenn Dünger auf die Miethe gelegt wird? Wie verhalten sich

hierbei die verschieden starken Düngerschichten von 10, 15 und 20 cm? Wie verhält sich der Dünger, wenn er gleich bei der Anlage der Miethe, oder erst dann zur Verwendung kommt, wenn eine Frostperiode bereits eingetreten ist? Wie verhält sich der Dünger als Zwischenschichte, d. i. wenn nach Auflage des Düngers auf eine Erddecke noch eine Schichte von Erde auf den Dünger zur Verstärkung der Schutzdecke gegeben wird?

Wie verhält sich das Stroh als Mittel zur Verstärkung der Eindeckung? Wie verhält sich die Temperatur der Miethe, wenn das Stroh unmittelbar auf die Rübenschichte gelegt wird, wie, wenn die Auflage desselben auf die bereits gegebene Erddecke erfolgt? Welchen Einfluß üben die hierbei in verschiedener Stärke angewendeten Strohschichten von 5, 10, 15 und 20 cm? Von welchem Erfolg ist die Anwendung des Strohes als Zwischenschichte begleitet?

Welchen Einfluß auf die Temperatur der Miethe übt eine Auflage von Torf?

6) Haben die Rüben eine Eigenwärme, welche sich gegenüber der Eigenwärme der Erde merklich abhebt? Wie verhält sich die Temperatur der Miethen, wenn das Rübenmaterial verschieden ist, wie bei Rüben von 100, 500 und 2000 gr Gewicht? Wie verhält sich eine Miethe, in welche die Rüben nach Art der Fabriksrüben eingeworfen, oder nach Art der Samenrüben zwischen die Erde eingelegt wurden? Wie verhält sich die Temperatur eines einer Miethe analog angelegten **Erdhaufens?**

7) Wie verhalten sich endlich die Verlustziffern ungenügend gegen Frost eingedeckter Miethen?

Für die Beantwortung dieser Fragen verwendete ich 5 Jahre[1]). Das Programm war etwas zu groß, um es in einer verhältnißmäßig kürzeren Zeit bearbeiten zu können. Zudem mußten erst die Erfahrungen für eine richtige Durchführung der Versuche gesammelt werden. Auch waren

---

[1]) Siehe hierüber auch: „Ueber das Eindringen der Winterkälte in Rübenmiethen“ von Professor *Marek*. Zeitschrift des Vereins für die deutsche Rübenzucker-Industrie, in welcher auf eine spätere ausführliche Darlegung dieser Arbeiten Bezug genommen wird.



einzelne Jahrgänge den Versuchen nicht immer günstig und erheischten Wiederholungen. Die Einleitungen zu diesen Versuchen begannen im Jahre 1879—80; die Beendigung derselben fiel auf das Jahr 1883—84. Im Nachstehenden will ich es versuchen, die Arbeiten der einzelnen Jahrgänge wie deren Resultate näher zu beleuchten.

Versuche des Jahres 1879—80.

Die in verschiedener Weise veranlagten und mit verschiedenen Materialien eingedeckten Rüben erhielten bei ihrer Anlage in die Miethen einmündende Holzkanäle. In diese wurden die in bekannter Weise konstruirten und mit Messinghülsen versehenen Thermometer eingesenkt. Die Holzkanäle wurden durch Zusammennageln dreier Latten hergestellt und maß die Dreieckseite dieser Latten $4^1/_2$ cm.

Im Laufe der Untersuchungen erwiesen sich jedoch die Oeffnungen dieser Kanäle als viel zu groß. Es drang durch diese unverhältnißmäßig viel kalte Luft in die Miethen ein, und die hierbei erhaltenen Temperaturen erschienen viel niedriger, wie Temperaturen, die von Miethen gewonnen wurden, welche allseitig mit Deckmaterial umschlossen waren, und in welche für die Temperaturermittelung kein Holzkanal einmündete. Die Resultate dieses Jahres mußten daher aus diesem Grunde als unbrauchbar angesehen werden.

Versuche des Jahres 1880—81.

In diesem Jahre wurden die Holzkanäle soweit verkleinert, daß die Einführung des Miethenthermometers gerade noch möglich war. Außerdem geschah der Verschluß durch eingepaßte Holzpfropfen. Im Verlaufe der Zeit haben sich jedoch Uebelstände bemerkbar gemacht, welche die Richtigkeit der Versuche fraglich erscheinen ließen. Durch den Einfluß der Witterungsverhältnisse begannen die Kanäle an ihren oberen Enden auseinander zu klappen und kalte Luft drang in die Miethen ein. Auch zeigte es sich, daß die Benützung eines Miethenthermometers für die Abnahme der Temperatur von mehreren Miethen nicht zureichend war. Sollte die Temperatur einer Miethe richtig gemessen werden, so mußte das

Miethenthermometer durch wenigstens 10 Minuten in der Miethe weilen. Bei 9 Miethen mit der Ablesung am Kamme und an der Basis erforderte die Temperaturabnahme, selbst bei der Anwendung von 2 Thermometern, eine unverhältnißmäßig große Zeit, die auch recht strapaziös war, wenn berücksichtigt wird, daß die Ablesung täglich um 7 Uhr Früh und 1 Uhr Mittags und mitunter an Tagen erfolgte, bei welchen durch einfallende Kältepole die Temperatur auf — 12° R. und darunter gesunken war.

Es erschien mir daher rathsam, auch auf die erhaltenen Notizen dieser Versuchsresultate Verzicht zu leisten.

Versuche des Jahres 1881—82.

In diesem wie in den folgenden Jahren benutzte ich für die Unterbringung der Thermometer in den Miethen Blechröhren von 2—2¼ cm Durchmesser. Dieselben wurden an ihren Endigungen mit eigens hierfür zugeschnittenen Holzpfropfen mit erweitertem Außentheil geschlossen. Die Holzpfropfen reichten 10 cm in die Röhre. Der untere Pfropfen hatte der Röhre eine gewisse Stabilität gegen weiteres Einsinken verliehen und dem eingesenkten und auf demselben ruhenden Thermometer als Stützpunkt gedient. Der obere Holzpfropfen sollte das Rohr vollständig abschließen, gegen eindringende kalte Luft und Nässe schützen und an seiner unteren Seite die Aufhängstelle an einem hierfür in dem Pfropfen eingeschraubten Haken für das an einem Draht eingesenkte Thermometer bilden.

Die Thermometer waren nach der Skala von Reaumur eingetheilt und vor ihrer Einstellung auf ihre gleichmäßige Uebereinstimmung geprüft worden. Auch wurde die Kugel derselben mit einer Wachshülle umgeben, um möglichen während dem Ablesen stattfindenden Veränderungen der Temperatur vorzubeugen.

Jede Miethe erhielt für die Temperaturmessung 2 Rohre. Das eine reichte mit dem Pfropfen in das obere Ende der Miethe soweit, daß sich die Kugel des Thermometers 10 cm unter dem Firste der Miethe befand. Das zweite Rohr reichte bis an die Basis der Miethe und war so eingestellt, daß die Kugel des Thermometers eine Höhenlage von

10 cm über der Basis der Miethe einnahm. Es war demgemäß der Versuch so veranlagt, daß die Temperatur 10 cm von dem Firste und 10 cm von der Sohle der Miethe gemessen werden konnte.

Das Ablesen der Temperaturen erfolgte täglich zweimal und zwar um 7 Uhr Morgens und um 1 Uhr Mittags. In den nachfolgenden Anführungen der Versuche erscheint jedoch nur die Morgentemperatur wiedergegeben. Diese Vereinfachung erschien mir im Interesse der Kürzung des großen Zahlenmaterials geboten. Auch hatten die Versuche dargethan, daß die Unterschiede zwischen der Morgen- und Mittagstemperatur nur sehr klein sind, und ohne Beeinträchtigung der Richtigkeit der Resultate weggelassen werden können.

Zum Versuche gelangten 11 Miethen.

Miethe Nr. 1, 2, 3 und 4 waren in einer Ebene mit der Erdoberfläche, also horizontal angelegt. Der Mietheninhalt bestand in fabriksmäßig geputzten Zuckerrüben. Dieselben wurden in Pyramiden von gleichen Dimensionen aufgeschlichtet und in folgender Weise eingedeckt.

Miethe Nr. 1 erhielt 60 cm Erde als Eindeckung,
" " 2 " 80 " " " "
" " 3 " 100 " " " "
" " 4 " 30 " Erde,
20 " Pferde-Dünger
und 20 " Erde als Eindeckung. Diese Miethe enthielt demgemäß den Dünger als Zwischenschichte einer Erddecke, deren Gesammtstärke 50 cm betrug.

Die Miethen Nr. 5, 6, 7 und 8 waren 25 cm vertieft in den Boden angelegt.

Miethe Nr. 5 erhielt eine Erddecke von 80 cm.

Miethe Nr. 6 erhielt eine Erddecke von 80 cm, ruhte jedoch auf einer wärmenden Schichte von Pferdedünger.

Bei Gärtnern ist es Gebrauch, Wurzelfrüchte und Gemüse bei der Einmiethung auf Dünger zu legen, um dadurch die Temperatur der Miethe zu erhöhen. Wie groß der Einfluß dieses Verfahrens auf die Erhöhung der Miethentemperatur ist, sollte durch diesen Versuch geprüft werden. Zu diesem Zwecke wurde die Stelle, an welcher die Miethe zu liegen kam, auf 40 cm Tiefe ausgehoben und mit einer Düngerschichte von 5 cm

gefüllt. Auf diese kam zur Trennung von den Rüben eine Erdschichte von 10 cm. Die Rüben dieser Miethe lagen daher 25 cm vertieft, und unterschied sich diese Miethe von der vorgenannten nur durch die Düngerunterlage.

Miethe Nr. 7 erhielt eine Erddecke von 50 cm und eine Düngerschichte von 15 cm.

Miethe Nr. 8 erhielt als Decke eine Schichte von 10 cm Langstroh und auf diese eine Schichte Erde von 50 cm.

Miethe Nr. 9 und 10 waren 40 cm vertieft angelegt.

Miethe Nr. 9 erhielt 80 cm Erde als Eindeckung.

Miethe Nr. 10 erhielt eine Erddecke von 50 cm und eine Düngerschichte von 15 cm, nachdem eine Frostperiode die Miethen bereits berührt hatte. Dieser Zeitpunkt trat am 11. November ein. Es sollte mit diesem Versuche der Vortheil ermittelt werden, den das in der Praxis so häufig geübte Verfahren bietet, den Dünger auf die Miethe nicht sogleich, sondern erst nach eingetretenem Frost aufzubringen.

Miethe Nr. 11 war 50 cm tief angelegt, erhielt zuerst 50 cm Erde, dann 10 cm Stroh und auf diese Schichte wieder 20 cm Erde. Mit diesem Versuch sollte die Wirkung des Strohes als Zwischenschichte geprüft werden.

Der Versuch begann am 25. Oktober und endete am 10. März.

Gleichzeitig mit diesem Versuche erfolgten auch vergleichende Beobachtungen der Luft- und Bodentemperatur in verschiedenen Höhen und Tiefen. Für die vorliegenden Untersuchungen sei jedoch nur die in der Höhe von 1,50 m abgenommene Lufttemperatur und die Bodentemperatur der Tiefen von 40, 50, 60, 80 und 100 cm mit angeführt, weil nur diese Bodentiefen in einer gewissen Relation zu den auf den Rübenpyramiden aufgebrachten Eindeckungen stehen, und die Weglassung der anderen Beobachtungen den Umfang des Ziffernmateriales erheblich mindern. Auch glaubte ich im Interesse der Vereinfachung der Arbeit zu handeln, wenn ich bei den Bodentemperaturen die beobachteten Mittagstemperaturen wegließ, und mich nur auf die Anführung der um 7 Uhr Morgens ermittelten Temperaturen beschränkte.

Die Temperaturen der Luft, der verschiedenen Bodentiefen, wie der einzelnen Miethen enthalten die nachfolgenden Tabellen:

Datum.	Temperatur der Luft in °R.			Temperatur des Bodens in der Tiefe von Centimetern in °R.					Temperatur Horizontale Anlage.					
									1. Decke: 60 cm Erde.		2. Decke: 80 cm Erde.		3. Decke: 80 cm Erde.	
	Morgens 7 Uhr	Mittags 1 Uhr	Mittel.	40	50	60	80	100	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
25. Oktober	3,2	2,9	3,0	4,4	5,0	5,0	6,0	6,5	5,0	6,4	6,0	7,2	6,0	7,4
26. "	0,2	2,4	1,3	3,9	4,6	4,8	6,0	6,4	4,0	6,8	5,2	7,0	5,8	7,2
27. "	-0,4	2,2	0,9	3,2	4,1	4,2	5,5	6,2	3,4	6,4	4,6	6,7	5,1	7,0
28. "	0,0	0,1	0,1	3,0	3,9	4,0	5,2	6,0	3,0	6,2	4,5	6,2	5,0	6,8
29. "	-3,8	-1,5	-2,6	2,5	3,6	3,8	5,1	5,9	3,1	5,9	4,3	6,0	4,7	6,2
30. "	-3,6	-0,4	-2,0	2,3	3,4	3,4	4,5	5,7	3,0	5,5	4,1	6,0	4,3	6,1
31. "	-7,7	-0,5	-4,1	2,1	3,0	3,0	4,5	5,5	3,0	5,4	4,0	5,8	4,2	6,0
Mittel: (25.-31.)	**-1,7**	**+0,7**	**-0,5**	**3,1**	**4,0**	**4,0**	**5,3**	**6,0**	**3,5**	**6,1**	**4,7**	**6,4**	**5,0**	**6,7**
1. November	- 3,0	-1,5	-2,2	2,9	3,0	3,4	4,5	5,2	3,0	5,3	4,0	5,5	4,1	6,1
2. "	- 4,2	-0,8	-2,5	2,7	2,5	2,7	4,2	5,2	2,8	5,1	3,6	5,5	3,9	5,8
3. "	- 7,2	-1,1	-4,2	2,4	2,5	2,4	4,6	5,0	2,8	5,0	3,4	5,4	3,6	5,6
4. "	-10,8	+1,0	-4,9	1,2	2,0	2,0	3,8	4,7	2,1	4,5	3,2	5,1	3,5	5,5
5. "	- 3,1	-0,3	-1,7	1,1	2,0	2,0	3,4	4,5	2,1	4,5	3,0	4,8	3,4	5,4
6. "	+3,5	+6,4	5,0	1,2	1,8	2,0	3,2	4,8	2,5	4,5	3,1	4,0	3,3	5,3
7. "	+4,2	+5,2	4,7	1,1	1,5	1,8	3,1	4,2	2,5	4,4	3,1	5,1	3,4	5,5
8. "	+3,8	+2,7	3,2	1,6	2,0	2,0	3,0	4,1	2,2	4,2	3,1	4,6	3,1	5,1
9. "	+3,4	+3,4	3,4	2,1	2,4	2,2	3,0	4,0	2,2	4,0	3,0	4,5	2,9	5,0
10. "	+2,0	+5,1	3,5	2,3	2,5	2,5	3,2	4,1	2,2	4,0	3,0	4,5	3,0	5,0
Mittel: 1.-10. Nov.	**-1,14**	**2,01**	**0,43**	**1,76**	**2,16**	**2,30**	**3,54**	**4,58**	**2,44**	**4,55**	**3,25**	**5,00**	**3,42**	**5,43**
11. November	3,0	4,4	3,7	2,2	2,7	2,6	3,1	4,0	2,2	4,0	3,0	4,4	2,9	4,9
12. "	3,8	5,2	4,5	2,9	3,0	2,9	3,2	4,0	2,2	4,1	3,0	4,5	2,8	5,0
13. "	5,4	5,9	5,6	3,5	3,4	3,3	3,5	4,1	2,2	4,0	3,0	4,4	2,8	5,0
14. "	5,4	5,6	5,5	4,6	4,0	3,7	4,6	4,3	2,3	3,9	3,0	4,3	3,0	4,8
15. "	5,6	6,8	6,2	4,2	4,1	4,0	4,6	4,4	2,2	4,0	3,1	4,4	3,0	4,7
16. "	7,2	7,1	7,2	4,4	4,2	4,1	4,2	4,5	2,4	4,0	3,3	4,4	3,0	4,5
17. "	4,4	5,9	5,2	4,4	4,4	4,1	4,3	4,8	3,5	4,2	3,9	4,7	3,2	4,7
18. "	3,3	3,1	3,2	4,2	4,3	4,2	4,4	4,8	3,5	4,3	3,9	4,7	3,1	4,8
19. "	0,6	1,3	0,9	3,1	3,8	3,8	4,4	5,0	3,9	4,5	4,0	5,3	3,6	5,2
20. "	1,4	2,6	2,0	2,2	3,1	3,1	4,0	5,0	4,2	4,9	4,0	5,4	4,2	5,4
Mittel: 11.-20. Nov.	**4,01**	**4,79**	**4,40**	**3,51**	**3,70**	**3,58**	**3,91**	**4,49**	**2,86**	**4,19**	**3,42**	**4,66**	**3,25**	**4,90**

der Miethen in °R.

Horizontale Anlage.		Anlage in 25 cm Vertiefung								in 40 cm Vertiefung				in 50 cm Vertiefung.	
4. Decke: 30 cm Erde, 10 cm Dünger u. 20 cm Erde.		5. Decke: 80 cm Erde.		6. ruhend auf 5 cm Dünger u. 10 cm Erde. Decke: 80 cm Erde.		7. Decke: 50 cm Erde und 15 cm Dünger.		8. Decke: 10 cm Stroh und 50 cm Erde.		9. Decke: 80 cm Erde.		10. Decke: 50 cm Erde und 15 cm Dünger.		11. Decke: 15 cm Erde, 10 cm Stroh u. 20 cm Erde.	
Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
4,5	6,6	5,8	7,6	6,8	9,2	4,3	5,6	7,8	7,2	7,4	8,5	4,8	7,9	5,5	7,5
3,2	6,5	5,5	7,7	6,2	9,0	4,3	5,5	7,9	7,3	7,0	8,4	4,4	7,8	5,3	7,5
2,5	6,0	4,9	7,3	5,4	8,9	3,9	6,0	7,7	7,1	7,0	8,2	3,6	7,8	5,0	7,5
2,4	5,8	4,0	7,2	5,3	8,4	3,8	6,0	7,4	7,1	7,0	8,0	3,0	7,4	4,5	7,3
2,2	5,4	4,6	7,1	5,2	8,3	4,7	6,0	7,0	7,0	6,2	7,8	3,0	7,4	4,0	7,0
2,1	5,3	4,4	6,7	5,0	8,1	4,5	6,0	7,0	6,0	6,1	7,5	2,6	7,1	4,0	7,0
2,0	5,0	4,4	6,5	4,9	7,9	4,5	6,2	7,0	6,9	6,1	7,6	2,4	7,0	3,8	6,9
2,7	**5,8**	**4,9**	**7,2**	**5,5**	**8,5**	**4,3**	**5,8**	**7,4**	**7,1**	**6,7**	**8,0**	**3,4**	**7,5**	**4,6**	**7,2**
1,9	5,0	4,2	6,5	4,9	7,8	4,6	6,0	6,5	6,6	6,0	7,2	2,4	6,5	3,4	6,6
1,4	4,9	4,1	6,5	4,4	7,5	4,7	6,1	6,5	6,4	5,8	7,2	2,4	6,5	3,1	6,4
1,3	4,5	3,9	6,2	4,2	7,5	4,6	6,2	6,3	6,2	5,4	7,1	2,0	6,2	3,1	6,2
1,0	3,8	3,1	6,1	3,3	7,2	3,8	6,0	6,3	6,1	5,0	7,0	1,4	5,9	2,4	5,7
1,1	3,2	3,2	6,1	3,9	6,8	4,3	6,0	6,1	6,0	5,2	6,9	1,2	5,4	2,4	5,5
1,3	3,5	3,3	5,8	3,9	6,9	4,1	5,8	6,1	5,9	4,5	6,6	1,2	5,4	2,5	5,7
1,3	3,7	3,4	5,8	4,0	6,9	3,9	5,6	6,1	6,0	4,6	6,7	1,4	5,3	2,6	5,8
1,0	3,3	3,1	5,4	3,5	6,5	3,7	5,5	5,1	5,3	4,2	6,1	1,2	5,1	2,4	5,3
1,0	3,2	2,9	5,4	3,2	6,4	3,8	5,3	5,0	5,2	4,0	6,1	1,5	5,6	2,2	5,2
1,0	3,2	2,9	5,4	3,3	6,4	3,9	5,5	5,0	5,2	4,1	6,1	1,5	5,0	2,2	5,2
1,23	**3,83**	**3,41**	**5,93**	**3,86**	**6,99**	**4,14**	**5,80**	**5,90**	**5,89**	**4,88**	**6,70**	**1,64**	**5,63**	**2,63**	**5,76**
1,0	3,0	2,8	5,3	3,0	6,0	3,8	5,1	5,0	5,0	4,0	6,0	2,3	4,5	2,2	5,2
1,0	3,0	2,9	5,8	3,1	6,1	3,8	5,2	5,0	5,0	4,0	6,0	2,3	4,6	2,3	5,2
1,0	3,0	2,8	5,8	3,0	6,0	3,8	5,1	5,0	5,0	4,0	6,0	2,2	4,5	2,2	5,3
1,1	3,0	3,2	6,0	4,1	5,9	3,8	5,2	5,1	5,0	4,5	6,0	3,4	4,6	2,6	5,0
1,5	3,4	3,2	6,0	4,2	5,8	3,6	5,1	5,1	5,0	4,5	6,0	3,3	4,6	2,6	5,1
2,2	3,2	3,4	6,0	4,4	5,8	3,8	5,1	5,0	5,0	4,7	6,1	3,5	4,6	3,5	5,2
2,6	3,2	3,9	6,0	4,9	6,0	4,0	5,2	5,5	5,1	4,9	6,1	3,6	5,0	4,0	5,2
2,6	3,2	4,0	5,9	4,9	6,0	4,0	5,1	5,4	5,1	4,9	6,1	3,9	5,0	4,0	5,2
2,9	3,6	4,2	5,6	5,2	6,2	4,6	5,5	6,1	6,0	5,2	6,2	3,6	5,2	4,4	5,5
3,2	4,1	4,6	5,8	5,0	6,4	4,9	5,9	6,1	6,0	5,2	6,2	3,5	5,4	4,6	6,0
1,91	**3,27**	**3,52**	**5,82**	**4,18**	**6,02**	**4,01**	**5,25**	**5,35**	**5,22**	**4,59**	**6.07**	**3,16**	**4,80**	**3,24**	**5,29**

Datum.	Temperatur der Luft in °R.			Temperatur des Bodens in der Tiefe von Centimetern in °R.					Temperatur					
									Horizontale Anlage.					
									1. Decke: 60 cm Erde.		2. Decke: 80 cm Erde.		3. Decke: 100 cm Erde.	
	Morgens 7 Uhr.	Mittgas 1 Uhr.	Mittel.	40	50	60	80	100	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
21. November	1,4	2,3	1,8	2,1	2,7	2,8	3,9	5,0	4,0	5,0	4,2	5,5	4,1	5,4
22. "	2,2	5,6	3,9	2,2	2,8	2,8	3,7	4,4	3,7	5,0	4,1	5,4	4,0	5,4
23. "	3,8	6,2	5,0	3,0	3,0	3,0	3,5	4,4	3,8	5,1	4,2	5,5	4,1	5,4
24. "	6,4	5,5	6,0	3,0	3,0	3,1	3,6	4,5	3,9	5,1	4,3	5,5	4,2	5,4
25. "	1,2	4,7	2,8	3,3	3,4	3,3	4,0	4,2	3,7	5,1	4,3	5,5	4,2	5,4
26. "	1,0	4,6	2,8	2,8	3,0	3,6	3,9	4,2	4,0	5,0	4,4	5,5	4,1	5,2
27. "	3,6	5,6	4,6	2,5	3,0	3,1	3,9	4,2	4,0	5,0	4,1	5,4	4,1	5,2
28. "	6,4	9,2	7,8	3,2	3,1	3,2	3,8	4,3	4,0	5,0	4,1	5,5	4,3	5,4
29. "	3,2	6,9	5,0	3,7	3,7	3,4	3,9	4,3	4,2	5,1	4,2	5,5	4,3	5,4
30. "	3,6	4,8	4,2	3,2	3,4	3,3	3,9	4,3	4,4	5,1	4,3	5,6	4,4	5,4
Mittel: 21.–30. Nov.	**3,22**	**5,54**	**4,39**	**2,90**	**3,11**	**3,10**	**3,81**	**4,38**	**3,97**	**5,05**	**4,22**	**5,49**	**4,18**	**5,36**
Mittel: 1.–30. Nov.	**2,03**	**4,11**	**3,07**	**2,72**	**3,91**	**2,99**	**3,75**	**4,48**	**3,09**	**4,60**	**3,63**	**5,05**	**3,62**	**5,36**
1. Dezember	3,0	4,2	3,6	3,1	3,3	3,3	4,0	4,3	4,3	5,0	4,5	5,4	4,8	5,8
2. "	2,4	2,3	2,4	3,0	3,2	3,2	4,0	4,2	4,4	5,1	4,5	5,4	5,0	5,9
3. "	-1,0	-1,0	-1,0	2,4	3,0	3,0	3,9	4,4	4,2	5,2	4,2	5,4	4,8	5,6
4. "	-3,6	0,7	-1,5	1,8	2,4	2,4	3,5	4,2	4,0	5,1	4,0	5,3	4,6	5,6
5. "	-2,2	-1,6	-1,9	1,4	2,1	2,0	3,2	4,0	3,5	5,0	3,7	5,3	4,2	5,5
6. "	-0,4	0,5	+0,1	1,2	2,1	2,1	3,2	4,0	3,3	4,9	3,6	5,1	4,0	5,3
7. "	-0,5	0,2	-0,2	1,1	2,1	2,0	3,0	3,9	3,1	4,7	3,4	5,0	3,6	5,2
8. "	-0,5	-0,2	-0,3	1,1	1,6	1,7	2,8	3,9	3,0	4,5	3,2	4,8	3,3	5,1
9. "	-1,4	0,8	-0,3	1,0	1,5	1,6	2,8	3,8	3,0	4,5	3,0	4,7	3,2	5,1
10. "	0,2	0,2	0,2	1,0	1,2	1,4	2,7	3,7	2,9	4,5	2,8	4,6	3,1	5,1
Mittel: 1.–10. Dez.	**-0,40**	**0,61**	**0,11**	**1,71**	**2,25**	**2,27**	**3,31**	**4,04**	**3,57**	**4,85**	**3,79**	**4,10**	**4,16**	**5,42**
11. Dezember	-2,7	-0,7	-1,7	0,8	1,4	1,4	2,5	3,1	2,4	4,6	2,6	4,3	3,0	5,0
12. "	-0,2	-0,1	-0,2	0,8	1,4	1,4	2,4	3,5	2,2	3,9	2,4	4,2	2,8	4,9
13. "	-1,2	0,2	-0,5	0,8	1,3	1,3	2,3	3,4	2,1	3,6	2,1	4,1	2,6	4,8
14. "	-1,1	-0,2	-0,6	0,7	1,3	1,3	2,3	3,3	2,1	3,7	2,1	4,0	2,5	4,4
15. "	-3,6	-2,9	-3,2	0,4	1,1	1,1	2,4	3,1	2,0	3,7	2,1	4,0	2,4	4,3
16. "	-7,8	-4,5	-6,2	0,2	1,0	0,8	2,2	3,0	2,0	3,7	2,2	4,0	2,4	4,2
17. "	-6,6	-3,0	-4,8	0,0	0,6	0,7	2,0	2,9	2,0	3,1	2,0	3,7	2,3	4,2
18. "	-2,1	+0,2	-1,0	0,0	0,4	0,4	2,0	2,9	1,9	3,0	2,0	3,4	2,1	4,0
19. "	1,4	3,2	2,3	0,0	0,5	0,5	2,0	2,7	1,8	3,0	2,0	3,2	2,1	4,0
20. "	0,4	1,2	0,8	0,1	0,3	0,4	1,9	2,7	1,7	2,9	1,9	3,2	2,1	4,0
Mittel: 11.–20. Dez.	**-2,35**	**-0,66**	**-1,51**	**0,38**	**0,93**	**0,93**	**2,20**	**3,11**	**2,02**	**3,52**	**2,15**	**3,81**	**2,43**	**4,38**

der Miethen in °R.

Horizontale Anlage.		Anlage in 25 cm Vertiefung								in 40 cm Vertiefung				in 50 cm Vertiefung.	
4. Decke: 30 cm Erde 10 cm Dünger u. 20 cm Erde.		5. Decke: 80 cm Erde.		6. ruhend auf 5 cm Dünger u. 10 cm Erde. Decke: 80 cm Erde.		7. Decke: 50 cm Erde und 15 cm Dünger.		8. Decke: 10 cm Stroh und 50 cm Erde.		9. Decke: 80 cm Erde.		10. Decke: 50 cm Erde und 15 cm Dünger.		11. Decke: 15 cm Erde, 10 cm Stroh u. 20 cm Erde.	
Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
3,2	4,1	4,1	6,0	4,5	6,5	4,9	6,0	5,8	6,0	4,6	6,2	3,1	5,4	4,5	6,0
3,2	4,4	4,0	6,0	4,1	6,8	5,0	6,2	5,8	6,0	4,3	6,3	3,0	5,4	4,4	6,1
3,3	4,5	4,1	6,1	4,1	6,8	5,0	6,2	5,8	6,1	4,4	6,3	3,0	5,4	4,4	6,1
3,3	4,5	4,2	6,1	4,5	6,9	5,3	6,2	5,9	6,0	4,5	6,3	3,1	5,4	4,5	6,1
3,2	4,6	4,5	6,0	4,4	6,8	5,5	6,1	5,8	6,0	4,6	6,3	3,2	5,4	4,5	6,0
3,8	5,0	4,2	6,0	4,6	6,6	5,5	6,2	6,0	5,8	4,8	6,2	3,5	5,5	4,8	6,0
4,0	5,0	4,1	6,0	4,5	6,6	5,3	6,2	6,0	5,6	4,9	6,2	3,3	5,0	4,8	6,0
4,1	5,0	4,2	5,9	4,5	6,6	5,4	6,2	5,5	5,8	4,5	6,4	3,3	5,0	4,8	6,0
4,3	5,2	4,3	6,0	4,7	6,6	5,6	6,2	5,6	5,9	4,8	6,2	3,9	5,0	4,9	6,1
4,6	5,3	4,4	6,1	4,7	6,6	5,8	6,2	5,8	5,9	4,9	6,1	4,1	5,0	4,9	6,1
3,70	**4,76**	**4,21**	**6,02**	**4,46**	**6,68**	**5,33**	**6,17**	**5,80**	**5,91**	**4,63**	**6,25**	**3,35**	**5,25**	**4,65**	**6,05**
2,28	**3,95**	**3,71**	**5,92**	**4,17**	**6,56**	**4,49**	**5,71**	**5,68**	**5,67**	**4,70**	**6,34**	**2,72**	**5,23**	**3,51**	**5,70**
4,8	5,2	4,2	5,9	5,0	6,4	6,0	6,5	5,9	5,5	5,0	6,2	4,2	4,8	5,0	6,1
4,9	5,3	4,4	6,0	5,0	6,4	6,4	6,5	6,0	5,6	5,1	6,2	4,2	4,9	5,1	6,1
4,6	5,4	4,1	6,0	4,8	6,5	6,2	6,5	5,8	5,9	4,8	6,4	4,6	5,1	5,2	6,2
4,2	5,4	4,0	6,0	4,5	6,5	6,2	6,5	5,8	5,9	4,6	6,4	4,5	5,2	5,0	6,1
4,1	5,4	3,5	5,9	3,6	6,3	5,8	6,5	5,4	5,8	4,1	6,2	4,4	5,2	4,8	6,1
3,9	5,4	3,4	5,8	3,5	6,5	5,6	6,4	5,2	5,7	3,9	6,2	4,5	5,2	4,8	6,1
3,5	5,2	3,2	5,7	3,3	6,4	5,5	6,4	5,1	5,6	3,6	6,1	4,3	5,2	4,3	6,0
3,2	5,2	3,0	5,6	3,2	6,2	5,3	6,3	5,0	5,4	3,4	6,0	4,2	5,1	4,1	5,9
3,2	5,3	3,0	5,6	3,1	6,1	5,3	6,3	4,9	5,4	3,3	5,9	4,2	5,1	4,1	5,9
3,2	5,4	3,0	5,5	3,0	6,1	5,2	6,3	4,9	5,2	3,1	5,8	4,1	5,1	4,0	5,8
3,96	**5,32**	**3,58**	**5,80**	**3,90**	**6,34**	**5,75**	**6,42**	**5,40**	**5,60**	**4,09**	**6,14**	**4,32**	**5,09**	**4,64**	**6,03**
3,0	5,1	2,5	5,2	2,5	5,8	4,9	6,1	4,9	4,9	3,1	5,8	3,6	5,0	3,8	5,5
3,0	5,1	2,4	5,1	2,4	5,6	4,7	6,0	4,8	4,8	3,2	5,6	3,5	5,0	3,8	5,5
3,0	5,1	2,3	5,0	2,3	5,4	4,6	5,8	4,5	4,7	3,0	5,5	3,4	4,9	3,7	5,3
2,9	4,8	2,2	4,7	2,2	5,2	4,6	5,9	4,3	4,5	2,9	5,2	3,4	4,7	3,6	5,3
2,5	4,6	2,1	4,6	2,2	5,2	4,4	5,9	4,3	4,3	3,1	5,1	3,1	4,7	3,3	5,2
2,5	4,4	2,3	4,4	2,3	5,2	4,5	5,8	4,3	4,2	3,2	5,1	3,0	4,7	3,2	5,2
2,2	4,2	2,1	4,4	2,2	5,0	4,5	5,7	4,4	4,2	3,1	5,0	2,5	4,4	3,2	5,1
2,0	4,0	2,0	4,2	2,1	5,0	4,4	5,6	4,2	4,1	3,0	4,9	2,2	4,3	3,1	5,0
1,9	4,0	1,8	4,1	2,0	4,8	4,1	5,2	4,0	4,0	2,8	4,6	2,2	4,2	3,0	4,8
1,8	3,9	1,8	4,0	1,9	4,7	3,8	5,2	3,9	4,0	2,5	4,5	2,1	4,1	2,5	4,7
2,48	**4,52**	**2,15**	**4,57**	**2,21**	**5,19**	**4,45**	**5,72**	**4,36**	**4,37**	**2,99**	**5,13**	**2,90**	**4,60**	**3,32**	**5,16**

Datum.	Temperatur der Luft in °R.			Temperatur des Bodens in der Tiefe von Centimetern in °R.					Temperatur Horizontale Anlage. 1. Decke: 60 cm Erde.		2. Decke: 80 cm Erde.		3. Decke: 100 cm Erde.	
	Morgens 7 Uhr.	Mittags 1 Uhr.	Mittel.	40	50	60	80	100	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
21. Dezember	0,4	1,4	0,9	0,0	0,6	0,5	1,7	2,5	1,5	2,8	1,8	3,1	2,0	4,0
22. „	0,6	1,1	0,8	0,0	0,4	0,5	1,7	2,4	1,4	2,8	1,6	3,2	1,8	3,7
23. „	1,1	0,8	1,0	0,0	0,4	0,4	1,5	2,3	1,3	2,8	1,4	3,0	1,7	3,7
24. „	-2,6	1,7	-0,4	0,0	0,4	0,3	1,5	2,2	1,5	2,6	1,6	3,2	1,7	3,7
25. „	0,7	1,4	1,0	0,0	0,4	0,4	1,5	2,2	1,4	2,6	1,6	3,2	1,7	3,8
26. „	-1,1	0,1	-0,5	0,0	0,4	0,4	1,4	2,2	1,3	2,5	1,6	2,9	1,5	3,4
27. „	3,7	4,1	3,9	0,1	0,5	0,4	1,4	2,2	1,3	2,4	1,4	2,6	1,5	3,2
28. „	3,9	4,1	4,0	0,2	0,4	0,4	1,4	2,2	1,5	2,4	1,5	2,6	1,6	3,2
29. „	1,4	0,9	1,2	0,0	0,3	0,3	1,4	2,2	1,3	2,2	1,4	2,4	1,5	3,1
30. „	1,7	2,0	1,8	0,1	0,3	0,3	1,3	2,2	1,4	2,2	1,4	2,4	1,6	3,1
31. „	0,3	0,7	0,5	0,1	0,4	0,4	1,3	2,1	1,2	2,2	1,4	2,4	1,5	3,1
Mittel: 21.–31. Dez.	**0,91**	**1,70**	**1,31**	**0,04**	**0,40**	**0,39**	**1,46**	**2,22**	**1,37**	**2,50**	**1,52**	**2,87**	**1,65**	**3,45**
Mittel: 1.–31. Dez.	**-0,62**	**0,55**	**-0,03**	**0,71**	**1,19**	**1,19**	**2,32**	**3,12**	**2,32**	**3,62**	**2,49**	**3,59**	**2,75**	**4,42**
1. Januar	0,8	1,0	0,9	0,2	0,4	0,4	1,4	2,1	1,4	2,3	1,5	2,4	1,6	3,1
2. „	-0,4	0,2	-0,1	0,2	0,4	0,4	1,4	2,0	1,2	2,3	1,3	2,4	1,5	3,0
3. „	2,3	4,5	3,4	0,1	0,5	0,4	1,2	2,0	1,2	2,3	1,3	2,4	1,6	3,1
4. „	4,3	3,9	4,1	1,0	1,0	0,9	1,2	2,0	1,2	2,1	1,3	2,3	1,4	3,0
5. „	2,1	2,2	2,2	1,3	1,3	1,1	1,5	2,2	1,4	2,1	1,4	2,4	1,4	3,0
6. „	2,6	3,8	3,2	1,2	1,3	1,2	1,7	2,3	1,4	2,1	1,5	2,4	1,6	3,0
7. „	3,5	3,7	3,6	1,7	1,7	1,4	1,9	2,4	1,2	2,2	1,3	2,2	1,4	3,0
8. „	2,2	2,5	2,4	1,3	1,5	1,4	1,9	2,4	1,2	2,3	1,3	2,3	1,5	3,1
9. „	2,4	2,6	2,5	1,4	1,6	1,4	2,0	2,4	1,2	2,2	1,4	2,4	1,5	3,1
10. „	2,7	2,0	2,3	1,4	1,6	1,4	2,0	2,4	1,5	2,2	1,6	2,3	1,7	3,1
Mittel: 1.–10. Jan.	**2,25**	**2,64**	**2,45**	**0,98**	**1,13**	**1,00**	**1,62**	**2,22**	**1,29**	**2,21**	**1,49**	**2,35**	**1,52**	**3,05**
11. Januar	2,6	4,3	3,5	1,5	1,6	1,5	2,1	2,5	1,6	2,2	1,7	2,3	1,8	3,1
12. „	1,4	1,1	1,2	1,5	1,7	1,4	2,1	2,5	2,0	2,4	2,0	2,7	2,2	3,1
13. „	-3,6	-0,5	-2,1	1,0	1,4	1,2	2,0	2,4	2,1	2,8	2,1	2,8	2,2	3,4
14. „	-2,2	1,5	-0,4	0,8	1,2	1,1	2,0	2,4	2,0	2,8	2,1	2,9	2,1	3,3
15. „	-4,2	1,9	-1,1	0,4	1,0	0,9	2,9	2,4	2,0	2,7	2,0	2,9	2,0	3,4
16. „	-3,0	1,4	-0,8	0,3	1,0	0,8	1,8	2,3	1,8	2,9	2,0	2,9	2,0	3,2
17. „	+1,2	1,2	1,2	0,3	0,8	0,7	1,5	2,3	1,6	3,1	1,8	3,0	2,0	3,4
18. „	2,4	3,0	2,7	0,2	0,8	0,8	1,6	2,3	1,6	2,8	1,8	2,9	2,0	3,3
19. „	1,9	2,3	2,1	0,2	0,6	0,7	1,5	2,2	1,4	2,8	1,7	2,8	2,0	3,2
20. „	2,6	2,8	2,7	0,4	0,8	0,7	1,4	2,2	1,4	2,5	1,7	2,8	2,0	3,2
Mittel: 11.–20. Jan.	**-0,09**	**1,90**	**0,90**	**0,66**	**1,09**	**0,98**	**1,79**	**2,35**	**1,75**	**2,70**	**1,89**	**2,80**	**2,03**	**3,26**

der Miethen in °R.

Horizontale Anlage.		Anlage in 25 cm Vertiefung								in 40 cm Vertiefung				in 50 cm Vertiefung.	
4. Decke: 30 cm Erde, 10 cm Dünger u. 20 cm Erde.		5. Decke: 80 cm Erde.		6. ruhend auf 5 cm Dünger u. 10 cm Erde. Decke: 80 cm Erde.		7. Decke: 50 cm Erde und 15 cm Dünger.		8. Decke: 10 cm Stroh und 50 cm Erde.		9. Decke: 80 cm Erde.		10. Decke: 50 cm Erde und 15 cm Dünger.		11. Decke: 15 cm Erde, 10 cm Stroh u. 20 cm Erde.	
Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
1,7	3,7	1,8	3,9	1,8	4,6	3,8	5,1	3,5	4,0	2,4	4,4	2,0	4,1	2,5	4,6
1,7	3,5	1,5	3,6	1,8	4,4	3,5	5,1	3,2	3,6	2,2	4,2	1,9	3,9	2,4	4,4
1,4	3,2	1,4	3,5	1,8	4,4	3,4	5,0	3,1	3,5	2,1	4,1	1,8	3,8	2,4	4,4
1,5	3,2	1,2	3,4	1,5	4,1	3,4	4,8	3,1	3,4	1,8	4,1	1,6	3,9	2,4	4,3
1,5	3,2	1,1	3,4	1,4	4,0	3,4	4,8	3,0	3,4	1,7	4,0	1,7	3,9	2,4	4,3
1,3	3,2	1,2	3,2	1,4	4,0	3,2	4,5	3,1	3,2	2,0	4,1	2,0	3,5	2,4	4,2
1,3	3,1	1,2	3,2	1,4	3,8	3,3	4,4	3,1	3,0	2,0	4,0	1,8	3,4	2,2	4,2
1,5	3,0	1,3	3,2	1,6	3,8	3,4	4,5	3,3	3,0	2,1	4,0	2,0	3,5	2,2	4,1
1,8	3,0	1,2	3,2	1,4	3,7	3,3	4,3	3,1	3,0	1,9	3,9	2,2	3,3	2,2	4,0
1,9	3,0	1,3	3,1	1,6	3,8	3,4	4,3	3,2	3,0	2,0	3,9	2,4	3,3	2,2	4,0
1,8	3,0	1,2	3,0	1,5	3,5	3,4	4,2	3,1	2,9	2,0	3,8	2,4	3,2	2,2	4,1
1,58	**3,19**	**1,31**	**3,34**	**1,56**	**4,00**	**3,41**	**4,64**	**3,16**	**3,27**	**2,02**	**4,04**	**1,98**	**3,62**	**2,32**	**4,24**
2,67	**4,34**	**2,35**	**4,57**	**2,56**	**5,18**	**4,54**	**5,59**	**4,31**	**4,41**	**3,03**	**5,10**	**3,07**	**4,44**	**3,43**	**5,14**
1,9	3,0	1,2	3,0	1,6	3,4	3,5	4,2	3,0	2,8	2,1	3,8	2,5	3,2	2,1	4,0
1,7	3,0	1,0	3,0	1,4	3,4	3,3	4,1	2,8	2,7	1,9	3,7	2,5	3,2	2,1	4,0
1,8	3,0	1,1	3,1	1,4	3,4	3,4	4,1	2,9	2,8	2,0	3,7	2,6	3,2	2,2	4,0
1,9	3,0	1,1	3,0	1,4	3,4	3,3	4,2	2,7	2,7	1,9	3,8	2,5	3,2	2,2	4,0
2,1	3,0	1,2	3,0	1,6	3,4	3,4	4,2	2,9	2,7	2,0	3,8	2,6	3,2	2,3	4,0
2,3	3,0	1,3	3,0	1,8	3,4	3,4	4,2	2,7	2,8	1,8	3,8	3,0	3,2	2,7	4,0
2,2	3,0	1,1	3,0	1,4	3,2	3,4	4,2	2,8	2,7	2,0	3,5	3,0	3,2	2,9	4,0
2,5	3,1	1,1	3,0	1,4	3,2	3,5	4,3	2,9	2,8	2,1	3,5	3,2	3,3	3,0	4,1
2,4	3,1	1,2	3,0	1,4	3,4	3,6	4,4	2,9	2,8	2,2	3,5	3,2	3,4	3,0	4,1
2,5	3,1	1,3	3,0	1,4	3,4	3,7	4,4	2,9	2,8	2,3	3,5	3,3	3,4	3,1	4,1
2,12	**3,03**	**1,16**	**3,01**	**1,48**	**3,36**	**3,45**	**4,23**	**2,85**	**2,76**	**2,03**	**3,66**	**2,84**	**3,25**	**2,56**	**4,03**
2,6	3,1	1,3	3,0	1,6	3,4	3,8	4,5	3,0	2,8	2,3	3,5	3,4	3,4	3,1	4,2
2,8	3,1	2,0	3,2	2,0	3,8	3,9	4,8	3,2	3,0	2,7	3,8	3,4	3,6	3,1	4,2
2,8	3,3	2,0	3,1	2,2	3,9	3,9	4,6	3,4	3,2	2,9	4,0	3,2	3,8	3,1	4,1
2,7	3,4	1,9	3,2	2,1	3,8	3,8	4,8	3,2	3,1	2,6	4,0	3,0	3,7	3,2	4,2
2,5	3,5	1,8	3,3	2,1	3,9	3,8	4,6	3,1	3,2	2,5	4,1	3,0	3,8	3,1	4,3
2,1	3,4	1,6	3,4	1,9	4,0	3,5	4,8	3,0	3,2	2,5	4,1	2,9	3,8	3,1	4,2
2,0	3,5	1,5	3,5	1,8	4,1	3,6	4,9	2,8	3,2	2,4	4,1	2,8	4,0	3,0	4,2
2,0	3,4	1,5	3,4	1,7	4,0	3,4	4,7	3,2	3,1	2,4	4,0	2,6	3,6	2,9	4,1
2,0	3,4	1,3	3,4	1,5	4,0	3,2	4,6	3,0	3,1	2,2	3,9	2,4	3,6	2,6	4,1
1,9	3,2	1,4	3,2	1,6	4,0	3,4	4,5	3,1	3,0	2,4	4,0	2,6	3,5	2,4	4,1
2,34	**3,33**	**1,63**	**3,27**	**1,85**	**3,89**	**3,63**	**4,68**	**3,10**	**3,10**	**2,49**	**3,95**	**2,93**	**3,68**	**2,96**	**4,17**

Datum.	Temperatur der Luft in °R.			Temperatur des Bodens in der Tiefe von Centimetern in °R.					Temperatur					
									Horizontale Anlage.					
									1. Decke: 60 cm. Erde.		2. Decke: 80 cm Erde.		3. Decke: 100 cm Erde.	
	Morgens 7 Uhr.	Mittags 1 Uhr.	Mittel.	40	50	60	80	100	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
21. Januar	3,2	2,8	3,0	0,9	1,0	0,9	1,4	2,2	1,5	2,6	1,7	2,6	2,0	3,2
22. „	0,1	4,2	2,1	1,0	1,0	1,0	1,4	2,2	1,6	2,6	1,8	2,5	2,0	3,2
23. „	0,1	1,3	0,7	1,0	1,3	1,2	1,6	2,1	1,8	2,6	1,9	2,7	2,1	3,2
24. „	0,9	1,8	1,4	1,0	1,1	1,1	1,7	2,2	1,9	2,7	2,0	2,8	2,2	3,3
25. „	3,2	3,6	3,4	1,2	1,4	1,3	1,7	2,2	1,6	2,5	2,1	2,5	2,2	3,0
26. „	3,8	3,9	3,8	1,8	1,7	1,5	1,9	2,3	2,0	2,8	2,1	2,8	2,2	3,2
27. „	0,4	0,3	0,4	1,9	1,9	1,5	1,9	2,2	2,2	2,6	2,2	2,9	2,3	3,2
28. „	1,6	0,9	1,2	1,4	1,8	1,6	2,0	2,4	2,4	3,0	2,4	2,9	2,5	3,2
29. „	1,2	1,8	1,5	1,1	1,5	1,4	2,0	2,4	2,3	3,1	2,4	3,0	2,3	3,5
30. „	–1,8	1,0	–0,4	1,2	1,4	1,2	2,0	2,3	2,4	3,0	2,4	3,1	2,4	3,4
31. „	–5,0	–0,5	–2,9	0,7	1,2	1,0	2,0	2,4	3,4	3,2	2,5	3,2	2,5	3,6
Mittel: 21.–31. Jan.	**0,78**	**2,11**	**1,45**	**1,20**	**1,39**	**1,24**	**1,78**	**2,26**	**2,01**	**2,79**	**2,14**	**2,82**	**2,25**	**3,27**
Mittel: 1.–31. Jan.	**0,98**	**2,22**	**1,59**	**0,94**	**1,20**	**1,07**	**1,73**	**2,27**	**1,68**	**2,57**	**1,84**	**2,69**	**1,93**	**3,19**
1. Februar	0,0	2,8	1,4	0,8	1,0	1,0	1,9	2,3	2,2	3,2	2,4	3,1	2,4	3,6
2. „	0,2	2,2	1,2	0,5	1,0	0,9	1,8	2,2	2,0	3,1	2,2	3,0	2,3	3,5
3. „	–3,3	1,0	–1,2	0,2	0,8	0,7	1,6	2,2	2,0	3,0	2,1	3,1	2,1	3,5
4. „	0,1	0,7	0,4	0,4	0,8	0,8	1,6	2,2	1,8	3,0	2,0	3,0	2,0	3,5
5. „	0,0	1,2	0,6	0,4	0,8	0,8	1,5	2,2	1,9	2,9	2,1	3,0	2,1	3,4
6. „	0,2	1,7	0,9	0,4	0,7	0,7	1,4	2,1	1,9	2,8	2,0	3,0	1,9	3,3
7. „	–1,9	–0,9	–1,4	0,3	0,6	0,6	1,4	2,1	1,8	2,9	2,0	3,0	2,0	3,4
8. „	–7,8	–2,5	–5,2	0,2	0,6	0,4	1,4	2,1	1,9	3,0	2,0	3,0	2,1	3,4
9. „	–2,3	1,2	–1,0	0,2	0,7	0,5	1,4	2,0	1,9	2,8	2,0	3,0	2,0	3,2
10. „	1,0	1,3	1,1	0,2	0,7	0,6	1,4	2,0	1,9	2,8	1,8	2,9	1,8	3,1
Mittel: 1.–10. Febr.	**–1,38**	**0,87**	**–0,28**	**0,36**	**0,77**	**0,70**	**1,54**	**2,14**	**1,93**	**2,95**	**2,06**	**3,01**	**2,07**	**3,39**
11. Februar	0,4	2,0	1,2	0,2	0,6	0,5	1,2	2,0	1,5	2,6	1,7	2,7	1,7	3,1
12. „	–0,1	0,5	0,2	0,2	0,5	0,4	1,2	2,0	1,3	2,6	1,5	2,5	1,6	3,0
13. „	–2,6	4,8	1,2	0,1	0,4	0,4	1,2	2,0	1,4	2,4	1,6	2,6	1,6	3,0
14. „	3,1	4,2	3,5	0,2	0,5	0,5	1,2	2,0	1,4	2,4	1,6	2,5	1,7	3,0
15. „	2,6	3,0	2,8	0,2	0,6	0,5	1,2	2,0	1,5	2,6	1,7	2,5	1,9	3,2
16. „	–0,6	–0,2	–0,4	0,8	0,8	0,6	1,2	2,0	1,3	2,1	1,6	2,3	1,8	3,0
17. „	1,2	1,0	1,1	0,5	0,7	0,8	1,2	2,0	1,5	2,2	1,7	2,3	1,9	3,0
18. „	–0,4	1,6	0,6	0,4	0,7	0,5	1,2	2,0	1,7	2,2	1,8	2,5	1,9	3,1
19. „	2,5	3,0	2,7	0,2	0,6	0,6	1,2	2,0	1,5	2,1	1,6	2,2	1,6	2,8
20. „	–0,8	0,6	–0,1	0,4	0,7	0,4	1,2	2,0	1,2	2,0	1,5	2,0	1,5	2,6
Mittel: 11.–20. Feb.	**0,48**	**2,06**	**1,28**	**0,32**	**0,61**	**0,52**	**1,20**	**2,00**	**1,43**	**2,32**	**1,63**	**2,41**	**1,72**	**2,98**

der Miethen in °R.

Horizontale Anlage.		Anlage in 25 cm Vertiefung								in 40 cm Vertiefung				in 50 cm Vertiefung.	
4. Decke: 30 cm Erde, 10 cm Dünger u. 20 cm Erde.		5. Decke: 80 cm Erde.		6. ruhend auf 5 cm Dünger u. 10 cm Erde. Decke: 80 cm Erde.		7. Decke: 50 cm Erde und 15 cm Dünger.		8. Decke: 10 cm Stroh und 50 cm Erde.		9. Decke: 80 cm Erde.		10. Decke: 50 cm Erde und 15 cm Dünger.		11. Decke: 15 cm Erde, 10 cm Stroh u. 20 cm Erde.	
Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
2,0	3,2	1,4	3,2	1,6	3,9	3,5	4,4	3,2	3,0	2,4	4,0	2,9	3,4	2,5	4,1
2,0	3,2	1,5	3,0	1,6	3,8	3,5	4,3	3,3	3,0	2,6	4,0	3,0	3,4	2,6	4,0
2,2	3,1	1,6	3,0	1,8	3,8	3,7	4,4	3,5	3,1	2,8	4,0	3,2	3,5	2,8	4,0
2,2	3,2	1,7	3,0	1,8	3,7	3,8	4,4	3,4	3,2	2,9	4,0	3,3	3,5	2,8	4,0
2,2	3,1	1,9	3,2	1,9	3,9	3,7	4,4	3,2	3,0	2,7	4,0	3,1	3,7	2,7	4,0
2,4	3,1	2,0	3,2	2,3	3,9	3,7	4,4	3,4	3,0	2,9	4,0	3,1	3,5	2,9	4,0
2,5	3,1	2,2	3,2	2,4	4,0	3,8	4,4	3,4	3,1	3,0	4,0	3,1	3,4	3,0	4,0
2,8	3,2	2,3	3,4	2,9	4,0	4,0	4,5	3,4	3,2	3,0	4,0	3,2	3,5	3,1	4,0
2,6	3,4	2,2	3,5	2,8	4,0	4,0	4,6	3,3	3,3	3,0	4,1	3,1	3,6	3,1	4,1
2,6	3,3	2,1	3,7	2,5	4,0	3,9	4,7	3,4	3,4	3,0	4,0	3,1	3,7	3,1	4,1
2,7	3,4	2,2	3,7	2,6	4,2	3,9	4,8	3,5	3,5	3,0	4,1	3,2	3,8	3,1	4,1
2,38	**3,21**	**1,92**	**3,28**	**2,20**	**3,93**	**3,77**	**4,48**	**3,36**	**3,16**	**2,84**	**4,02**	**3,12**	**3,55**	**2,88**	**4,04**
2,28	**3,19**	**1,57**	**3,19**	**1,84**	**3,73**	**3,62**	**4,46**	**3,10**	**3,01**	**2,45**	**3,88**	**2,96**	**3,49**	**2,80**	**4,08**
2,5	3,6	2,0	3,8	2,2	4,1	3,9	4,8	3,6	3,4	3,0	4,2	3,1	3,6	3,1	4,2
2,2	3,4	1,8	3,6	2,0	4,0	3,5	4,6	3,5	3,4	2,8	4,0	2,9	3,8	3,0	4,1
2,2	3,4	1,9	3,6	2,0	4,1	3,4	4,7	3,6	3,4	2,9	4,2	2,8	3,7	3,0	4,1
2,0	3,4	1,8	3,5	2,0	4,0	3,4	4,6	3,4	3,3	2,9	4,1	2,7	3,6	3,0	4,1
2,0	3,4	1,8	3,4	1,9	4,0	3,2	4,5	3,2	3,3	2,8	4,1	2,4	3,4	3,0	4,1
2,0	3,2	1,6	3,4	1,8	4,0	3,0	4,4	3,0	3,1	2,4	4,1	2,3	3,4	2,8	4,1
2,0	3,1	1,5	3,3	1,9	4,0	3,2	4,5	3,3	3,2	2,5	4,1	2,3	3,4	2,8	4,1
2,0	3,2	1,6	3,4	2,0	4,0	3,1	4,5	3,2	3,2	2,8	4,1	2,4	3,4	2,9	4,0
1,9	3,1	1,4	3,2	1,8	4,0	3,0	4,4	3,0	3,1	2,6	4,1	2,2	3,2	2,8	4,0
1,7	3,1	1,6	3,2	1,8	4,0	3,1	4,4	3,1	3,0	2,5	4,0	2,2	3,1	2,7	4,0
2,05	**3,29**	**1,70**	**3,44**	**1,94**	**4,02**	**3,28**	**4,54**	**3,29**	**3,24**	**2,72**	**4,10**	**2,53**	**3,46**	**2,91**	**4,08**
1,8	3,0	1,4	3,2	1,7	4,0	3,0	4,3	3,0	3,0	2,3	4,0	2,0	3,1	2,5	3,9
1,7	3,0	1,3	3,1	1,5	3,8	3,0	4,3	3,0	3,0	2,1	4,0	1,9	3,0	2,4	3,9
1,6	3,0	1,2	3,1	1,7	3,9	2,8	4,1	3,0	3,0	2,4	4,0	2,0	3,0	2,4	3,8
1,8	3,0	1,2	3,2	1,6	3,8	2,9	4,1	3,0	2,9	2,4	3,9	2,0	3,1	2,3	3,9
1,4	3,0	1,2	3,0	1,5	3,8	2,9	4,0	3,1	3,0	2,5	3,9	2,0	3,1	2,3	3,8
1,5	3,0	1,0	3,0	1,3	3,6	2,7	4,0	2,8	2,6	2,1	3,8	2,0	3,0	2,2	3,8
1,9	2,9	1,6	3,0	2,0	3,6	3,0	4,0	3,0	2,7	2,6	3,9	2,0	3,0	2,2	3,8
1,9	2,9	1,9	3,1	2,1	3,6	3,1	4,1	3,1	2,9	2,8	4,0	2,2	3,0	2,3	3,8
1,6	2,8	1,1	3,0	1,6	3,4	2,6	3,9	2,8	2,6	2,3	3,7	2,0	3,0	2,2	3,8
1,4	2,5	1,0	2,8	1,4	3,3	2,4	3,7	2,6	2,5	2,1	3,5	1,8	2,8	2,3	3,8
1,66	**2,91**	**1,29**	**3,05**	**1,64**	**3,68**	**2,84**	**4,05**	**2,94**	**2,82**	**2,36**	**3,87**	**1,99**	**3,01**	**2,31**	**3,83**

Datum.	Temperatur der Luft in °R.			Temperatur des Bodens in der Tiefe von Centimeter in °R.					Temperatur — Horizontale Anlage. 1. Decke: 60 cm Erde.		2. Decke: 80 cm Erde.		3. Decke: 100 cm Erde.	
	Morgens 7 Uhr.	Mittags 1 Uhr.	Mittel.	40	50	60	80	100	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
21. Februar	2,0	0,0	1,0	0,4	0,6	0,6	1,2	2,6	1,6	2,2	1,7	2,2	1,9	2,9
22. „	-3,8	-1,1	-2,5	0,4	0,6	0,4	1,1	1,8	1,7	2,2	1,7	2,4	1,8	3,0
23. „	3,4	5,1	4,3	0,3	0,7	0,6	1,2	1,8	1,6	2,2	1,7	2,4	1,8	3,0
24. „	0,5	5,3	2,9	0,8	0,9	0,8	1,2	1,8	1,6	2,1	1,9	2,2	2,0	3,0
25. „	2,2	3,1	2,6	1,1	1,2	1,0	1,2	1,9	1,8	2,2	1,9	2,3	1,9	3,0
26. „	1,8	8,5	5,2	1,2	1,3	1,1	1,3	1,9	1,9	2,2	2,0	2,4	2,0	3,0
27. „	6,4	9,5	8,0	2,1	1,9	1,6	1,7	1,6	2,2	2,4	2,2	2,4	2,1	3,0
28. „	4,8	9,2	7,0	2,8	2,3	2,0	1,9	1,6	2,4	2,5	2,5	2,6	2,3	3,0
Mittel: 21.–28. Feb.	**2,16**	**4,95**	**3,53**	**1,14**	**1,19**	**1,01**	**1,35**	**1,90**	**1,85**	**2,25**	**1,95**	**2,36**	**1,97**	**2,99**
Mittel: 1.–28. Feb.	**0,45**	**2,63**	**1,53**	**0,60**	**0,85**	**0,74**	**1,36**	**2,01**	**1,74**	**2,51**	**1,88**	**2,59**	**1,92**	**3,12**
1. März	-1,8	-0,1	-0,9	2,4	2,4	2,1	2,0	2,1	3,2	3,0	3,0	2,9	2,8	3,1
2. „	1,8	8,2	5,0	1,5	2,0	1,8	2,2	2,3	3,3	3,0	3,0	2,8	3,0	3,1
3. „	1,9	3,7	2,8	2,0	2,0	1,7	2,1	2,2	3,0	3,2	3,0	3,1	2,9	3,3
4. „	2,1	3,6	2,8	2,0	2,0	1,8	2,2	2,4	3,0	3,3	3,0	3,3	3,0	3,6
5. „	2,8	3,3	3,1	2,0	2,0	1,9	2,2	2,3	2,9	3,4	3,2	3,5	2,8	3,8
6. „	4,4	7,0	5,7	2,0	2,1	2,0	2,1	2,3	3,1	3,4	3,2	3,4	3,1	3,8
7. „	1,4	0,8	1,1	2,2	2,2	2,1	2,2	2,4	3,2	3,4	3,2	3,4	3,1	3,9
8. „	0,4	3,6	2,0	1,6	1,8	1,8	2,1	2,4	3,0	3,5	3,0	3,6	3,0	4,0
9. „	5,0	6,4	5,7	2,0	2,0	1,8	2,1	2,4	2,8	3,8	3,0	3,8	2,8	4,0
10. „	3,8	6,1	5,0	2,4	2,3	2,1	2,2	2,4	2,9	3,7	3,1	3,9	3,2	4,1
Mittel: 1.–10. März.	**2,18**	**4,26**	**3,23**	**2,01**	**2,08**	**1,91**	**2,14**	**2,32**	**3,04**	**3,37**	**3,07**	**3,37**	**2,97**	**3,67**

Die in den vorstehenden Zahlen erhaltenen Resultate lauten im Nachstehenden:

1) Die Temperatur der Wintermonate, geordnet nach Dekaden, ergab folgende Mittel:

		Morgens 7 Uhr.	Mittags 1 Uhr.	Tagesmittel.
Oktober . .	25.—31.	—1,70	0,70	—0,50
November .	1.—10.	—1,14	2,01	0,43
	11.—20.	4,01	4,79	4,40
	21.—30.	—3,22	5,54	4,39
Dezember . .	1.—10.	0,40	0,61	0,11
	11.—20.	—2,35	—0,66	—1,51
	21.—31.	0,91	1,70	1,31

der Miethen in °R.

Horizontale Anlage.		Anlage in 25 cm Vertiefung								in 40 cm Vertiefung				in 50 cm Vertiefung.	
4. Decke: 30 cm Erde, 10 cm Dünger u. 20 cm Erde.		5. Decke: 80 cm Erde.		6. ruhend auf 5 cm Dünger u. 10 cm Erde. Decke: 80 cm Erde.		7. Decke: 50 cm Erde und 15 cm Dünger.		8. Decke: 10 cm Stroh und 50 cm Erde.		9. Decke: 80 cm Erde.		10. Decke: 50 cm Erde und 15 cm Dünger.		11. Decke: 15 cm Erde, 10 cm Stroh u. 20 cm Erde.	
Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
1,9	2,9	1,5	3,1	1,8	3,6	2,9	4,0	3,0	2,8	2,6	3,8	2,1	2,9	2,3	3,8
1,9	2,9	1,4	3,0	2,0	3,6	2,8	4,0	3,0	2,7	2,6	3,8	1,8	2,9	2,2	3,6
1,9	2,8	1,5	3,0	1,9	3,6	-2,9	3,9	3,1	2,7	2,6	3,9	1,6	3,0	2,3	3,6
1,9	2,8	1,5	3,0	2,0	3,5	2,9	3,9	3,1	2,6	2,6	3,9	1,9	2,9	2,2	3,5
2,0	2,9	1,7	3,1	2,1	3,4	2,9	3,8	3,1	2,6	2,5	3,9	2,0	2,8	2,3	3,4
2,1	2,9	1,8	3,1	2,3	3,4	3,0	3,9	3,2	2,7	2,5	3,9	2,0	2,8	2,4	3,4
2,3	2,9	2,1	3,1	2,5	3,6	3,2	3,9	3,2	2,9	2,9	3,9	2,2	2,9	2,5	3,4
2,5	2,9	2,3	3,1	3,0	3,8	3,3	3,9	3,4	2,8	3,0	3,9	2,3	2,8	2,9	3,5
2,06	**2,87**	**1,73**	**3,06**	**2,20**	**3,74**	**2,99**	**3,91**	**3,14**	**2,72**	**2,66**	**3,87**	**1,99**	**2,87**	**2,39**	**3,52**
1,92	**3,02**	**1,57**	**3,18**	**1,93**	**3,83**	**3,04**	**4,17**	**3,13**	**2,93**	**2,58**	**3,95**	**2,17**	**3,11**	**2,54**	**3,81**
3,1	3,1	3,1	3,2	3,8	3,8	3,6	4,0	3,9	3,1	3,5	3,9	3,1	3,0	3,1	3,6
3,1	3,1	3,0	3,2	3,6	3,8	3,4	4,0	4,0	3,2	3,8	4,0	2,9	2,7	3,1	3,8
3,0	3,1	3,0	3,4	3,2	4,0	3,4	4,2	3,6	3,3	3,4	4,1	2,8	3,0	3,2	3,9
3,1	3,2	3,0	3,6	3,4	4,1	3,8	4,2	4,0	3,6	3,6	4,2	3,0	3,2	3,2	4,0
3,0	3,5	2,8	3,5	3,2	4,3	3,6	4,5	3,6	3,7	3,2	4,4	3,0	3,1	3,0	4,1
3,2	3,5	3,0	3,9	3,5	4,4	3,9	4,4	4,0	3,8	3,8	4,4	3,2	3,3	3,2	4,1
3,2	3,5	3,0	3,9	3,6	4,4	3,9	4,4	4,2	3,9	3,8	4,3	3,4	3,4	3,4	4,0
3,1	3,8	3,0	4,1	3,6	4,5	3,9	4,6	4,1	4,0	3,8	4,8	3,1	3,3	3,6	4,0
3,0	3,8	2,8	4,3	3,4	4,6	3,9	4,7	4,0	4,2	3,6	4,9	2,8	3,5	3,4	4,1
3,1	3,7	3,1	4,0	3,6	4,7	3,9	4,7	4,2	4,0	3,8	4,6	2,9	3,4	3,5	4,2
3,09	**3,43**	**2,98**	**3,71**	**3,49**	**4,26**	**3,73**	**4,37**	**3,96**	**3,68**	**3,63**	**4,36**	**3,02**	**3,19**	**3,24**	**3,98**

		Morgens 7 Uhr.	Mittags 1 Uhr.	Tages-mittel.
Januar . .	1.—10.	2,25	2,64	2,45
	11.—20.	—0,09	1,90	0,90
	20.—31.	0,78	2,11	1,45
Februar . .	1.—10.	—1,38	0,87	—0,28
	11.—20.	0,48	2,06	1,28
	21.—28.	2,11	4,95	3,53
März . . .	1.—10.	2,18	4,26	3,23
Mittel vom 25. Oktober bis 10. März. . .		**0,63**	**2,32**	**1,47.**

2. Bei näherer Betrachtung des Ganges der Temperaturen treten mehrfach Kälteperioden, oder sogenannte «Winter» auf, welche Bezeichnung an manchen Orten, für die in gewissen Zeitpausen sich wiederholenden und durch mehrere Tage andauernden Temperatur-Depressionen im Volksmunde zu vernehmen ist.

Eine solche Kälteperiode trifft gleich zu Beginn des Versuches ein. Am 27. Oktober erniedrigt sich die Morgentemperatur auf —0,4 und bleibt bis zum 5. November unter Null. Das eine Minimum fällt auf den 31. Oktober mit —7,7°, das zweite Minimum auf den 4. November mit —10,8°.

Die zweite vom 3. bis 18. Dezember währende Kälteperiode erreichte am 16. ihr Minimum mit —7,8°.

Die dritte Kälteperiode währte vom 13. bis 16. Januar. Das Temperatur-Minimum fällt auf den 15. mit —4,2.

Die vierte Kälteperiode beginnt am 30. Januar und dauert mit kleinen Unterbrechungen von ein bis zwei Tagen bis 22. Februar. Die geringste Temperatur fällt auf den 8. Februar mit —7,8° R.

Es stellt sich ferner noch ein Frosttag am 1. März mit —1,8° ein, und schließt mit diesem das weitere Auftreten von Temperaturen unter Null.

Nach dem Vorangeführten war der Winter 1881—82 keineswegs ein strenger. Vielmehr darf derselbe für die nördliche Breite von 54° 43′, in welcher Königsberg liegt, und in welchem, wie Eingangs hervorgehoben, die mittleren Temperaturen für die Monate Dezember, Januar und Februar permanent unter dem Eispunkt liegen, als ein recht milder bezeichnet werden. Immerhin ist demselben in Anbetracht der eingetretenen Kälteperioden eine gewisse Bedeutung für die Versuche nicht abzusprechen, und werden wir in der Folge sehen, von welcher Einwirkung diese Kälteperioden auf die Abkühlung der Temperatur des Bodens und des Innern der Miethe geworden sind.

3. Der Verlauf der Temperatur des Bodens, geordnet nach Dekaden, giebt uns folgendes Bild:

		Mittlere Temperatur des Bodens in der Tiefe von				
		40	50	60 cm	80	100
Oktober . .	25.—31.	3,10	4,00	4,00	5,30	6,00
November . .	1.—10.	1,76	2,16	2,30	3,54	4,58
	11.—20.	3,50	3,70	3,58	3,91	4,49

		Mittlere Temperatur des Bodens in der Tiefe von				
		40	50	60 cm	80	100
	21.—30.	2,90	3,11	3,10	3,81	4,38
Dezember . .	1.—10.	1,71	2,25	2,27	3,31	4,04
	11.—20.	0,38	0,93	0,93	2,20	3,11
	21.—31.	0,04	0,40	0,39	1,46	2,37
Januar . .	1.—10.	0,98	1,13	1,00	1,62	2,22
	11.—20.	0,66	1,09	0,98	1,79	2,35
	21.—31.	1,20	1,39	1,24	1,78	2,26
Februar . .	1.—10.	0,36	0,77	0,70	1,54	2,14
	11.—20.	0,32	0,61	0,52	1,20	2,00
	21.—28.	1,14	1,19	1,01	1,35	1,90
März . . .	1.—10.	2,01	2,08	1,91	2,14	2,32
Mittel vom 25. Oktober bis 10. März . . .		**1,42**	**1,77**	**1,71**	**2,49**	**3,14.**

Wenn wir die Einwirkung der Kälteperioden auf das Herabgehen der Temperatur in den einzelnen Bodentiefen näher verfolgen, so sehen wir, daß die unmittelbare Temperaturerniedrigung dem stärkeren Frosttag nicht sogleich auf dem Fuße folgt, sondern sich etwas verspätet; das Maß der Abkühlung ist hierbei ein stärkeres bei den geringeren, ein schwächeres bei den größeren Bodentiefen.

So beginnt die erste Kälteperiode am 27. Oktober und fällt der kälteste Tag auf den 4. November mit —10,8°. Die Temperatur in den einzelnen Erdschichten war vor Beginn des Frostes bei den Erdschichten von

	40	50	60 cm Tiefe.	80	100
Am 25. Oktober	4,4	5,0	5,0	6,0	6,5° R.
Am 4. November, am kältesten Tage, war die Temperatur gesunken auf	1,2	2,0	2,0	3,8	4,7° R.
Die kleinste Temperatur war dagegen erst wahrzunehmen an den Tagen November . . .	5.	7.	7.	8.	9.
mit	1,1	1,5	1,8	3,0	4,4° R.

Es hatte demgemäß die volle Einwirkung dieser Frosttage mit Verspätungen stattgefunden, die bei 40 cm Bodentiefe 1 Tag, bei 50 und 60 cm 3 Tage, bei 80 cm 4 Tage, und bei 100 cm 5 Tage betrug.

Das Maß, um welches die Temperatur durch diese Frostperiode von der Zeit vom 26. Oktober herabgegangen war, bezifferte sich bei

den Tiefen von . . .	40	50	60	80	100 cm
in ^{0}R.	3,2	3,5	3,2	3,0	2,5.

Die Erdtiefe von 50 cm hatte demnach den größten, jene von 100 cm den geringsten Rückgang erfahren. Es fand ferner die Temperaturabnahme in successiver Verkleinerung nach den tieferen Schichten statt.

Die zweite Kälteperiode beginnt am 3. Dezember und verbleibt von diesem Tage an die Temperatur bis zu dem 18. Dezember unter Null. Der kälteste Tag fällt auf den 16. mit —7,8^{0} R. In den einzelnen

Bodentiefen von	40	50	60	80	100 cm
betrug die Temperatur:					
vor der Frostperiode am 2. Dezember	3,0	3,2	3,2	4,0	4,2^{0} R.
am Tage des stärksten Frostes am 16. Dezember	0,2	1,0	0,8	2,2	3,0^{0} R.
dagegen war die größte Temperaturerniedrigung hierauf wahrzunehmen am Dezember . .	17.	20.	20.	30.	31.
in ^{0}R.	0,0	0,3	0,4	1,3	2,1.
Es betrug daher die Dauer der Verspätung in Tagen . . .	1	4	4	14	15
Das Maß des Rückgangs in ^{0}R.	3,0	2,9	2,8	2,6	2,1.

Aus diesen beiden Beispielen, denen wir weitere nicht mehr anfügen wollen, geht hervor, daß die Kältewirkungen nach der Tiefe des Bodens nur allmählich erfolgen, daß sie in den geringeren Tiefen nach kürzerer Zeit, in den größeren Tiefen erst nach einigen oder mehreren Tagen sich merkbar machen, ferner: daß das Maß der Temperaturabnahme parallel mit der Bodentiefe verläuft, größer ist bei den geringeren und kleiner bei den größeren Bodentiefen.

In wie weit diese Wahrnehmungen für die schützenden Erdschichten der Rübenmiethen eintreffen, dürften uns die nachstehenden Betrachtungen lehren.

4. Für die Temperatur der horizontal angelegten Miethen wurden die Mittelzahlen erhalten bei den Eindeckungen von

		60	80	100	60	80	100
		cm Erde am Kamme.			cm Erde auf der Basis.		
Oktober . .	25.—31.	3,50	4,70	5,00	6,10	6,40	6,70
November . .	1.—10.	2,44	3,25	3,42	4,55	5,00	5,43
	11.—20.	2,86	3,42	3,25	4,19	4,66	4,90
	21.—30.	3,97	4,22	4,18	5,95	5,49	5,36
Dezember . .	1.—10.	3,57	3,79	4,16	4,85	4,10	5,42
	11.—20.	2,92	2,15	2,43	3,52	3,81	4,38
	21.—31.	1,37	1,52	1,65	2,50	2,87	3,45
Januar . . .	1.—10.	1,29	1,49	1,52	2,21	2,35	3,05
	11.—20.	1,75	1,89	2,03	2,70	2,80	3,36
	21.—31.	2,01	2,14	2,07	2,79	2,82	3,27
Februar . .	1.—10.	1,93	2,06	2,07	2,95	3,01	3,39
	11.—20.	1,43	1,63	1,72	2,32	2,41	2,98
	21.—28.	1,85	1,95	1,97	2,25	2,36	2,99
März . . .	1.—10.	3,04	3,07	2,97	3,37	3,37	3,67
Mittel vom 25. Oktober bis 10. März . . .		**2,36**	**2,66**	**2,72**	**3,52**	**3,66**	**4,16.**

Die Kämme der Miethen weisen für die Erdeindeckungen von 60, 80 und 100 cm die Temperaturen von 2,36°, 2,66°, 2,72° und die Basis der Miethen die Temperaturen von 3,52°, 3,66°, 4,16° nach. Die Temperaturen verhalten sich daher parallel zu der Stärke der Eindeckungen. Wenn wir von der Eindeckungsstärke von 60 cm ausgehen, so hat die weitere Eindeckung von je 20 cm Erde eine mittlere Zunahme von Wärme bei den Kämmen von 0,18° R. und bei den Miethensohlen von 0,32° R. ergeben. Ziehen wir die Mittel der Temperaturen von Kamm und Basis als Ausdruck der mittleren Wärme einer Miethe, so betrug die mittlere Temperatur bei der Miethe von 60 cm 2,94°,

„ „ „ „ 80 „ 3,18°,

„ „ „ „ 100 „ 3,44°,

oder in Worten: 20 cm Erde als Eindeckung bewirkten eine Temperaturerhöhung von 0,25° R.

Diese Art der Darstellung bedarf jedoch einer näheren Erläuterung. Für den Werth der Erde als Schutzvorrichtung gegen das Eindringen der Winterkälte genügt die bloße Angabe einer Mittelzahl als Ausdruck eines summarischen Wärmeeffectes nicht. Vielmehr erscheint es geboten, diese Zahl auch durch die niedrigsten Temperaturen zu beleuchten, welche

die Miethe im Verlaufe des Versuches an dem Kamm und auf der Basis getroffen haben. Denn um die Abhaltung der niedrigen Temperaturen handelt es sich doch in erster Linie bei der Einmiethung von Winterfrüchten und nicht um die Erlangung von Mittelzahlen, die den wahren Werth der Eindeckung als Schutzvorrichtung leicht verdunkeln können. Diese kleinsten Temperaturen waren eingetroffen:

	am Kamm der Miethe.		auf der Sohle der Miethe.	
Bei der Erddecke von 60 cm	am 2.—9. Januar	1,2°,	am 20. Febr.	2,0°,
„ „ „ „ 80 „	„ 2.—5. „	1,3°,	„ 20. „	2,0°,
„ „ „ „ 100 „	„ 4.—7. „	1,4°,	„ 20. „	2,6°.

Im Lichte dieser Zahlen erscheint der Werth der stärkeren Erddecke von 20 cm erheblich verringert, er war nicht, wie im Vorhergehenden berechnet, 0,25° R., sondern in den Zeiten, wo die Widerstandsfähigkeit der Erddecke gegen das Eindringen des Frostes zunächst erwartet wird, nur 0,10° R. Wir können also sagen, daß im Jahre 1881—82 eine über 60 cm hinausgehende vermehrte Erdstärke von 20 cm die Miethe nur um 0,1° R. wärmer erhalten hat.

Im Vorhergehenden hatten wir dargelegt, daß die Temperatur eines in das Freie herausragenden Erdhaufens den Einflüssen kalter Winde und der Einstrahlung der Sonne stärker unterworfen ist als der horizontal gelagerte Boden, und daß Abweichungen der Temperaturen von den parallel gehenden Bodentiefen a priori anzunehmen sind. Ein Vergleich der Mittel der Kammtemperaturen mit den korrespondirenden Bodentiefen zeigt nun, daß die Kammtemperatur der Eindeckungsstärke von 60 cm annähernd gleich ist der Temperatur der Bodentiefe von 77 cm, jene von 80 cm Eindeckung jener von circa 84 cm und die Eindeckung von 100 cm der Tiefe von 85,7 cm. Allerdings kann dagegen eingewendet werden, daß die Thermometer nicht an der Grenze zwischen dem Mietheninhalt und der Eindeckung, sondern 10 cm tiefer, innerhalb der Miethe eingestellt waren, die Bodentiefe sich demgemäß um 10 cm noch verringern müßte. Daraufhin wäre zu bemerken, daß die im Herbste aufgeworfene Erde im Laufe des Versuches sich gesenkt hat, und das Maß der Senkung nach vorgenommenen Untersuchungen 8 cm bei der Decke von 60 cm, 10 bei der von 80 und 12 bei der Decke von 100 cm. betragen hat, also ziemlich dem Maße, um welches das Thermometer tiefer eingesenkt worden, gleichkommt. Es handelt

sich des Weiteren bei Vorkehrungen gegen Frostschutz um Maßnahmen, die in erster Linie die leichtest zugängliche Stelle vor Frost bewahren. Ist diese geschützt, dann erscheint auch die ganze Miethe geschützt. Dagegen wäre es unrichtig, die Miethentemperatur nur nach der Kammtemperatur beurtheilen zu wollen, denn letztere verhält sich mitunter ganz abweichend von den Temperaturverhältnissen der anderen Miethentheile, insbesonders von jenen der Basis der Miethe. Die Miethenbasis bildet aber die Stelle, die am längsten den Frostwirkungen widersteht, und die, falls der Frost auch selbe erreicht hat, die Annahme gestattet, daß auch die ganze Miethe vom Froste durchdrungen wurde. Es folgt daraus, daß Schlüsse, welche sich nur auf die Kammtemperatur stützen, nur zum kleineren Theile zutreffen. Es kann unter solchen Verhältnissen der Kamm und ein kleiner darunter befindlicher Miethentheil vom Froste ergriffen worden sein, während der größere Theil der Miethe ganz unberührt blieb. Wenn wir aber den Werth einer Einmiethungsvorrichtung davon abhängig machen, in wie weit die größere Menge des Eingemietheten vom Froste geschützt bleibt, so wird uns für diesen Fall die Temperatur der Basis, welche die Temperatur des größten Gewichtstheils der Miethe angiebt, ein viel wichtigeres Bild für die Tiefe des eingedrungenen Frostes abgeben. Wir sagen daher, die Kammtemperatur ist uns eine werthvolle Anzeige, in wie ferne Einleitungen der Frostwirkungen stattgefunden haben, die Temperatur der Basis ist uns aber der Maßstab für die Beurtheilung des Umfanges der möglichen Frostwirkung. Wir sprechen darum von einer möglichen Frostwirkung, weil für die Schädigungen des Mietheninhaltes, wie die Untersuchungen von *Müller*-Thurgau nachgewiesen haben, nicht nur allein der Abkühlungsgrad, sondern auch noch andere Umstände maßgebend sind. Es ist ferner Thatsache, daß leichtere Fröste, die vorübergehend die Miethe tangiren und sich allmählich aus derselben entfernen, für den Mietheninhalt ohne Nachtheil zu bleiben pflegen. Doch dies sei nur nebenbei und insoweit bemerkt, als das Gesagte mit der Kammtemperatur in eine Beziehung gebracht werden kann.

Ueber die Einwirkung der Kälteperioden liegen folgende Beobachtungen vor:

Bei der ersten Kälteperiode betrug die Temperatur vor Eintritt des Frostes

	auf den Kämmen			auf der Miethensohle		
	bei den Eindeckungsstärken von					
	60	80	100	60	80	100
	cm					
am 26. Oktober	4,0	5,2	5,8	6,8	7,0	7,2° R.
am 4. November bei 10,8° R. Lufttemperatur	2,1	3,2	3,5	4,5	5,1	5,2° R.
Die Miethentemperaturen erreichten den tiefsten Stand am November	5.	9.	13.	14.	14.	16.
in ° R.	2,1	3,0	2,8	3,9	4,3	4,5
Daher: Dauer der Verspätung gegenüber dem Tage des Kältepoles in Tagen . . .	1	4	9	9	9	12
Größe der Temperatur-Depression in ° R. von der Zeit des 26. Oktobers	1,9	2,2	3,0	2,9	2,7	2,7.

Den früheren Ausführungen entsprechend, nach welchen mit der Zunahme der Erdtiefe die Temperatur-Depression sich verspätet, trifft auch hier die Verspätung nur im erhöhten Maße ein. Die meisten Kämme von 60, 80 und 100 cm Eindeckung haben ihre kleinste Temperatur nach 1, 4 und 9 Tagen erreicht. Auf der Sohle betrug die Verspätung 9, 9 und 12 Tage. Auch verhielt sich die Größe des Rückganges parallel zur Stärke der Eindeckung. Dieselbe betrug auf der Miethenbasis 2,9, 2,7 und 2,7° R. Bei den Kämmen tritt der Rückgang nicht in der analogen Reihenfolge hervor, weil die Miethenkämme der schwächeren Eindeckungen schon am 26. Oktober geringere Temperaturen besaßen.

Bei der zweiten Kälteperiode gestaltet sich der Vorgang des Eindringens der niederen Temperaturen im Folgenden:

	auf den Kämmen			auf der Miethensohle		
	bei den Eindeckungsstärken von					
	60	80	100	60	80	100
	cm					
Temperatur vor Eintritt der Frostperiode am 2. Dezember	4,4	4,5	4,8	5,1	5,4	5,8° R.
Temperatur am Tage des einfallenden Kältepoles am 17. Dezember	2,0	2,0	2,3	3,1	3,7	4,2° R.

	auf den Kämmen			auf der Miethensohle		
	bei den Eindeckungsstärken von					
	60	80	100	60	80	100
	cm					
Die Miethentemperaturen erreichten dagegen den tiefsten Stand am Dezember . . .	23.	23.	26.	28.	28.	28.
in °R.	1,3	1,4	15	2,2	2,4	3,1
Daher: Dauer der Verspätung gegenüber dem Tage des Kältepoles in Tagen . . .	6	6	10	12	12	12
Größe der Temperatur-Depression in °R. in der Zeit des 2. Dezembers	3,1	3,1	3,3	2,9	3,0	2,7.

Es trifft also auch hier mit geringer Abweichung dasselbe Resultat ein.

Ueber den Einfluß der vertieften Anlage von Miethen gegenüber dem Eindringen der kälteren Temperatur ergab der Versuch Folgendes:

Anlage der Miethensohle:		horizontal	25 cm vertieft	40 cm vertieft	horizontal	25 cm vertieft	40 cm vertieft
Stärke der Erddecke:			80 cm			80 cm	
		Temperatur in °R.					
		am Kamme			auf der Basis		
Oktober . .	25.—31.	4,70	4,90	6,70	6,40	7,20	8,00
November . .	1.—10.	3,25	3,41	4,88	5,00	5,93	6,70
	11.—20.	3,42	3,52	4,59	4,66	5,82	6,07
	21.—30.	4,22	4,21	4,63	5,49	6,02	6,25
Dezember . .	1.—10.	3,79	3,58	4,09	4,10	5,80	6,14
	11.—20.	2,15	2,15	2,99	3,81	4,57	5,13
	21.—31.	1,52	1,31	2,02	2,87	3,34	4,04
Januar . . .	1.—10.	1,49	1,16	2,03	2,35	3,03	3,66
	11.—20.	1,89	1,63	2,49	2,80	3,27	3,95
	21.—31.	2,14	1,92	2,84	2,82	3,28	4,02
Februar . .	1.—10.	2,06	1,70	2,72	3,01	3,44	4,10
	11.—20.	1,63	1,29	2,36	2,41	3,05	3,87
	21.—28.	1,95	1,73	2,66	2,36	3,06	3,87
März . . .	1.—10.	3,07	2,98	3,63	3,37	3,71	4,36
Mittel vom 25. October bis 10. März . . .		**2,66**	**2,47**	**3,47**	**3,66**	**4,40**	**5,01**

Bei der Miethensohle zeigt sich ein Steigen der Temperatur mit der Zunahme der vertieften Anlage. Die Unterschiede gegenüber der horizontalen Miethe betragen 0,74° und 1,35°. Bei den Kämmen hat die Miethe mit 25 cm vertiefter Anlage die kälteste Temperatur. Wird das Mittel der Temperaturen zwischen Kamm und Basis gezogen, so beträgt dasselbe

		Unterschied gegen horizontal.
bei der Miethe mit horizontaler Anlage	3,18° R.	—
„ „ „ „ 25 cm Vertiefung	3,43° „	0,25° R.
„ „ „ „ 40 „ „	4,24° „	1,06° „

Es war demgemäß bei der gleichen Eindeckungsstärke von 80 cm die Miethe mit 25 cm vertiefter Anlage um 0,25° R. und jene von 40 cm Vertiefung um 1,06° R. wärmer, als die Miethe mit der horizontalen Anlage.

Sehen wir nach den auftretenden niedrigsten Temperaturen bei den einzelnen Miethen, so betragen diese bei der horizontal angelegten

Miethe	am Kamm	1,3° R.
	an der Sohle	2,2° „
bei der Miethe mit 25 cm vertiefter Anlage-Miethe	am Kamm	1,0° „
	bei der Sohle	3,0° „
bei jener mit 40 cm vertiefter Anlage-Miethe	am Kamm	1,9° „
	bei der Sohle	3,5° „.

Die niedrigsten Temperaturen betrugen demnach in der Reihenfolge der Anführung am Kamm 1,3, 1,0, 1,9 und auf der Sohle 2,2, 3,0 und 3,5° R., woraus hervorgeht, daß die Temperaturen an der Miethensohle in dem Maße der bewerkstelligten Vertiefung der Miethe zugenommen haben.

5. Ueber den Einfluß des Düngers auf die Erwärmung der Miethen wurden mehrfache Versuche unternommen.

a) Vorerst wurde untersucht, wie groß der Unterschied der Temperatur zweier Miethen sei, wenn bei der einen Miethe der Dünger sogleich bei der Anlage aufgelegt wird, die zweite Miethe diesen jedoch erst erhält, wenn ein Frost eingetreten ist. In dem konkreten Falle erfolgte die Auflage des Düngers bei der ersten Miethe am 26. Oktober, bei der zweiten am 11. November. Die Stärke der Düngerschichte beider Miethen war gleich und betrug 15 cm.

Datum.	Temperatur in °R.					
	Dünger sogleich aufgelegt 25 cm tief.	Dünger verspätet aufgelegt 40 cm tief.	Differenz.	Dünger sogleich aufgelegt 25 cm tief.	Dünger verspätet aufgelegt 40 cm tief.	Differenz.
Oktober 25.—31.	4,30	3,40	0,90	5,80	7,54	-1,70
Novbr. 1.—10.	4,14	1,64	1,50	5,80	5,63	0,17
„ 11.—20.	4,01	3,16	0,85	5,25	4,80	0,45
„ 21.—28.	5,33	3,35	1,98	6,17	5,25	0,92
Dezbr. 1.—10.	5,75	4,32	1,43	6,42	5,09	1,33
„ 11.—20.	4,45	2,90	1,55	5,72	4,60	1,12
„ 21.—31.	3,41	1,48	1,93	4,64	3,62	1,02
Januar 1.—10.	3,35	2,84	0,61	4,23	3,25	0,98
„ 11.—20.	3,63	2,93	0,70	4,68	3,68	1,00
„ 21.—31.	3,77	3,12	0,65	4,48	3,55	0,93
Februar 1.—10.	3,28	2,53	0,75	4,54	3,46	1,08
„ 11.—20.	2,84	1,99	0,85	4,50	3,01	1,49
„ 21.—28.	2,99	1,99	1,00	3,91	2,87	1,04
März 1.—10.	3,73	3,02	0,71	4,37	3,19	1,18
Mittel v. 25. Okt. bis 10. März.	**3,92**	**2,79**	**1,13**	**4,97**	**4,25**	**0,72**

Durch die spätere Auflage des Düngers am 11. November war von vorneherein eine Temperaturdifferenz von 1,50° R. am Kamm dieser Miethe gegenüber der ähnlich veranlagten Miethe hervorgerufen worden.

Diese Temperaturdifferenz wurde nicht mehr eingeholt, sondern vergrößerte sich selbst auf 1,98° R., obschon wärmeres Wetter eingetreten war. Diese Erscheinung dürfte damit zu erklären sein, daß die Düngerschichte die Temperaturen, die sie bei ihrer Auflage auf die Miethen vorfindet, konservirt. Die Versuchsmiethe blieb in Folge dessen während der ganzen Versuchsdauer kälter, und betrug die mittlere Temperaturdifferenz am Kamme gegenüber der gleichfalls mit 15 cm Dünger eingedeckten Miethe 1,13° R.

Und selbst die Basis der Miethe, obgleich sie nicht 25, sondern 40 cm unter dem Niveau des Bodens, also um 15 cm tiefer angelegt war, blieb kälter. In allen Dekaden trat eine Differenz zu Gunsten der ersteren Miethe hervor und betrug im Mittel 0,72° R.

Bei dem früheren Versuche wurde konstatirt, daß die Miethe mit der Tiefanlage von 40 cm um 0,61° R. an der Basis wärmer war wie

die Miethe mit der Veranlagung von 25 cm Tiefe. Wird diese Einbuße an Wärme noch mitgerechnet, so hat die verspätete Auflage von Dünger eine Temperaturdifferenz von 1,33° R. an der Miethenbasis hervorgerufen.

Werden die beiden Temperaturdifferenzen an Kamm und Basis zu der Bildung eines Mittels verwendet, so stellt sich der Unterschied der beiden Miethen auf 1,23° R.

b) Für die Untersuchung der Wirkung des Düngers als Zwischenschichte diente eine Miethe mit der Eindeckung von 30 cm, 10 cm Dünger und 20 cm Erde. Es war bei derselben die Erddecke 50 cm stark und befand sich der Dünger innerhalb derselben. Die Miethe war horizontal veranlagt. Ein Vergleich dieser Miethe mit der horizontal angelegten und mit 80 cm Erde eingedeckten Miethe ergiebt folgendes Resultat:

		Temperatur in °R.					
		Kamm.			Basis.		
		Miethe 30 cm Erde, 10 cm Dünger, 20 cm Erde.	Miethe 80 cm Erde als Decke.	Differenz.	Miethe 30 cm Erde, 10 cm Dünger, 20 cm Erde.	Miethe 80 cm Erde als Decke.	Differenz.
Oktober .	25.—31.	2,70	4,70	—2,00	5,80	6,90	—0,60
November	1.—10.	1,23	3,25	—2,02	3,83	5,00	—1,17
	11.—20.	1,91	3,42	—1,51	3,27	4,66	—1,39
	21.—30.	3,70	4,22	—0,52	4,76	5,44	—0,68
Dezember	1.—10.	3,96	3,79	0,17	5,32	4,10	1,22
	11.—20.	2,48	2,15	0,33	4,52	3,81	0,71
	21.—31.	1,58	1,52	0,06	3,19	2,87	0,32
Januar .	1.—10.	2,12	1,49	0,63	3,03	2,35	0,68
	11.—20.	2,34	1,89	0,45	3,33	2,80	1,50
	21.—31.	2,38	2,14	0,24	3,21	2,82	0,39
Februar .	1.—10.	2,05	2,06	0,01	3,29	3,01	0,28
	11.—20.	1,66	1,63	0,03	2,91	2,41	0,50
	21.—28.	2,06	1,95	0,11	2,87	2,36	0,51
März . .	1.—10.	3,09	3,07	0,02	3,43	3,37	0,08
Mittel vom 25. Oktober bis 10. März.		**2,37**	**2,66**	**—0,29**	**3,77**	**3,66**	**+0,11.**

Die Mittel für die Dauer der ganzen Versuchsperiode sind allerdings nicht sehr unterschieden. Der Kamm der mit Dünger gedeckten Miethe

ist kälter, die Sohle etwas wärmer als die mit 80 cm Erde eingedeckte Miethe. Doch treten im Gange der Temperaturen Auffälligkeiten hervor, welche hervorgehoben zu werden verdienen.

Bei dem Eintreten der ersten Kälteperiode sank die mit Dünger in der Zwischenschichte gedeckte Miethe erheblich. Die Differenz beträgt am Kamm in der ersten Dekade 2,00 und in der zweiten 2,02° R. Das ist eine sehr große Differenz, die sich bestimmt noch erweitert hätte, wenn der Frost in verstärktem Maße aufgetreten wäre oder länger angehalten hätte. Diese Schutzdecke hätte sich also in der Folge bestimmt als zu schwach erwiesen. Späterhin erhöhte sich zwar die Temperatur dieser Miethe und blieb auch höher, bis wieder eine abkühlende Frostperiode im Monate Februar auftrat. Diese Erscheinung kann mit der bekannten Selbsterhitzung des Düngers erklärt werden, welche in dem vorliegenden Falle in den Monaten Dezember und Januar eintrat und die Temperatur der Miethe erhöhte. Nach dieser Zeit war der Dünger ausgebrannt und verblieb der Miethe als fernere Schutzdecke nur die schwache Erdschichte von 50 cm. Vielleicht würde sich der Dünger anders verhalten haben, wenn er in der Stärke von 15 cm aufgelagert worden wäre. In der Mächtigkeit von 10 cm war er entschieden zu wenig wirksam, und kann diese Art der Eindeckung als Schutz gegen Eindringen von Frost nur mit einer Erddecke von 70 cm als gleichwerthig betrachtet werden.

c) Für die Untersuchung des Verhaltens der Temperatur der Miethe, bei welcher eine **Schichte Pferdedünger unter die Basis** derselben gelagert wurde, dienten 2 Miethen. Die eine Miethe war 25 cm tief angelegt und mit 80 cm Erde eingedeckt; die zweite wurde ebenfalls 25 cm tief angelegt und in gleicher Stärke eingedeckt, nur ruhte dieselbe auf einer Düngerschichte von 5 cm Stärke, auf welche eine Schichte von 10 cm Erde behufs Trennung der einzulagernden Rüben gegeben wurde.

Der Verlauf der Temperaturen gestaltete sich in Folgendem:

Datum.	Temperatur in °R.					
	5 cm Dünger als Unterlage. (Kamm)	ohne Dünger. (Kamm)	Differenz.	5 cm Dünger als Unterlage. (Basis)	ohne Dünger. (Basis)	Differenz.
Oktober 25.—31.	5,50	4,90	0,60	8,50	7,20	1,30
Novbr. 1.—10.	3,86	3,41	0,45	6,99	5,93	1,06
11.—20.	4,18	3,52	0,66	6,02	5,82	0,20
21.—30.	4,46	4,21	0,25	6,66	6,02	0,64
Dezbr. 1.—10.	3,90	3,58	0,32	6,34	5,80	0,54
11.—20.	2,21	2,15	0,06	5,19	4,57	0,62
21.—31.	1,56	1,31	0,25	4,00	3,34	0,66
Januar 1.—10.	1,48	1,16	0,32	3,36	3,01	0,35
11.—20.	1,85	1,63	0,22	3,89	3,27	0,62
21.—31.	2,20	1,92	0,28	3,93	3,28	0,65
Februar 1.—10.	1,94	1,70	0,24	4,02	3,44	0,58
11.—20.	1,64	1,29	0,35	3,68	3,05	0,53
21.—28.	2,20	1,73	0,47	3,74	3,06	0,68
März 1.—10.	3,49	2,18	1,31	4,26	3,71	0,55
Mittel v. 25. Okt. bis 10. März.	**2,89**	**2,47**	**0,42**	**5,04**	**4,40**	**0,64**

Die höhere Temperatur der mit Dünger unterlegten Miethe war zu allen Zeiten, in allen Dekaden zu verfolgen und sprach sich besonders im Anfange in hervortretender Weise aus. Im Mittel betrug das Plus der Mehrerwärmung am Kamm 0,41°, an der Basis der Miethe 0,64° R. Diese Art der Düngereinmiethung dürfte in Verhältnissen zu berücksichtigen sein, wo werthvolle Früchte in relativ später und dem Einbrechen des Winters nahe gerückter Zeit zur Einmiethung gelangen.

Wenn wir die Resultate der mit Dünger angestellten Versuche überblicken, so hat sich das Verfahren, die Miethen nach vollzogener Eindeckung der Rüben mit 50 cm Erde sogleich mit einer Schichte von 15 cm Pferdedünger zu belegen, am besten bewährt.

6. Es bleibt noch die Wirkung des Strohes als Eindeckungsmaterial zu erörtern. Das Stroh wurde in zweifacher Weise angewendet. Das einemal in unmittelbarer Auflage auf die Zuckerrüben, das zweitemal in der Zwischenschichtung. Bei der letzteren folgte auf die Erddecke von 50 cm eine Schichte von 10 cm Stroh, und auf diese wieder eine Schichte von 20 cm Erde. Unterschieden waren die beiden Miethen in ihrer An-

lage noch insoferne, als die Miethe mit der unmittelbaren Strohauflage 25 cm, die Miethe mit der Zwischenschichtung 50 cm vertieft angelegt wurde. Es war also die letztere, sowohl in Hinsicht der Tieflage, wie in Hinsicht der Mächtigkeit der verwendeten Erdschichte, erheblich im Vortheil.

Das Resultat war das Folgende:

Datum.	Temperatur in °R.					
	am Kamme.			auf der Basis.		
	a	b	c	a	b	c
	10 cm Stroh, 50 cm Erde.	50 cm Erde, 10 cm Stroh, 20 cm Erde.	80 cm Erde.	10 cm Stroh, 50 cm Erde.	50 cm Erde, 10 cm Stroh, 20 cm Erde.	80 cm Erde.
Oktober 25.—31.	7,40	4,64	4,90	7,10	7,20	7,20
Novbr. 1.—10.	5,90	2,63	3,41	5,89	5,76	5,93
„ 11.—20.	5,35	3,24	3,52	5,22	5,29	5,82
„ 21.—30.	5,80	4,65	4,21	5,91	6,05	6,02
Dezbr. 1.—10.	5,40	4,64	3,58	5,60	6,03	5,80
„ 11.—20.	4,36	3,32	2,15	4,37	5,16	4,57
„ 21.—31.	3,16	2,32	1,31	3,27	4,24	3,34
Januar 1.—10.	2,85	2,56	1,16	2,76	4,03	3,01
„ 11.—20.	3,10	2,96	1,63	3,10	4,17	3,27
„ 21.—31.	3,36	2,88	1,92	3,16	4,04	3,28
Februar 1.—10.	3,29	2,91	1,70	3,24	4,08	3,44
„ 11.—20.	2,94	2,31	1,29	2,82	3,83	3,05
„ 21.—28.	3,14	2,39	1,73	2,72	3,52	3,06
März 1.—10.	3,96	3,24	2,18	3,68	3,98	3,71
Mittel v. 25. Okt. bis 10. März	**4,43**	**3,18**	**2,47**	**4,20**	**4,81**	**4,40**

Das Stroh wärmte mehr als die Erde. Die Erwärmung war größer in der unmittelbaren Auflage als in der Zwischenschichtung mit Stroh. Das Plus der Mehrerwärmung des aufgelegten Strohes betrug

	am Kamm	an der Sohle.
gegenüber der Erdschichte von 80 cm	+1,96°	—0,20°,
„ der Zwischenschichtung mit Stroh	+1,25°	+0,41°.

Die Mehrerwärmung beschränkte sich demgemäß auf den Kamm; auf der Sohle waren die andern Miethen wärmer.

Die Miethe mit der Zwischenschichtung von Stroh war am Kamme

wie an der Sohle wärmer als die Erdschichte von 80 cm. Das Maß der Mehrerwärmung am Kamm betrug 0,61° R., an der Sohle 0,41° R.

Nach diesen Versuchen hat sich eine Schichte von 10 cm Stroh in unmittelbarer Auflage auf die Rüben als das beste Verfahren, die Kämme vor Abkühlung zu schützen, erwiesen. Es hat sich selbst in dem Falle überlegen gezeigt, wo die gleichstarke Strohschichte bei einer Rübenmiethe als Zwischenschichtung zur Anwendung kam, welche um 20 cm stärker eingedeckt und der Mietheninhalt um 25 cm tiefer eingelagert war.

In der übersichtlichen Zusammenstellung treten die Resultate der Versuche im Jahre 1881—82 in den nachstehenden Zahlen hervor:

Mittlere Temperatur der Luft in der Höhe von 150 cm gemessen: 1,47° R.
„ „ des Bodens in der Tiefe von 40 „ „ 1,42° „
„ „ „ „ „ „ „ „ 50 „ „ 1,77° „
„ „ „ „ „ „ „ „ 60 „ „ 1,71° „
„ „ „ „ „ „ „ „ 80 „ „ 2,49° „
„ „ „ „ „ „ „ „ 100 „ „ 3,41° „.

Mittlere Temperatur der Miethen in °R.

Veranlagung:	am Kamme.	auf der Basis.	im Mittel.
horizontal 60 cm Erddecke	2,36	3,52	2,93
„ 80 „ „	2,66	3,66	3,16
„ 100 „ „	2,72	4,16	3,44
„ 30 „ Erde / „ 10 „ Dünger / „ 20 „ Erde	2,37	3,77	3,07
25 cm vertieft 80 cm Erddecke . . .	2,47	4,40	3,43
25 „ „ 80 cm Erde auf 5 cm Dünger ruhend	2,89	5,04	3,96
25 „ „ 50 cm Erde, 15 cm Dünger	3,92	4,97	4,45
25 „ „ 10 „ Stroh, 50 cm Erde	4,43	4,20	4,31
40 „ „ 80 „ Erddecke	3,47	5,01	4,24
40 „ „ 50 „ Erde, 15 cm Dünger, aber später aufgelegt	2,79	4,25	3,52
50 „ „ 50 cm Erde / 10 „ Stroh / 20 „ Erde . . .	3,18	4,81	3,50

Nach derselben ergiebt sich die Reihenfolge nach dem Grade der bewahrten höheren mittleren Temperatur in Nachstehendem:

1.	Miethe 25 cm tief gelagert,	50 cm Erde, 15 cm Dünger	4,45° R.
2.	„ 25 „ „ „	10 „ Stroh, 50 „ Erde	4,31° „
3.	„ 40 „ „ „	80 „ Erde	4,24° „
4.	„ 25 „ „ „	auf 5 cm Dünger ruhend, 80 cm Erde	3,96° „
5.	„ 40 „ „ „	50 cm Erde, 15 cm Dünger bei späterer Auflage	3,52° „
6.	„ 50 „ „ „	50 cm Erde, 10 cm Stroh, 20 cm Erde	3,50° „
7.	„ horizontal angelegt,	100 cm Erde	3,43° „
8.	„ 25 cm tief eingelagert,	80 cm Erde	3,16° „
9.	„ horizontal angelegt,	80 cm Erde	3,16° „
10.	„ „ „	30 cm Erde, 10 cm Dünger, 20 cm Erde	3,07° „
11.	„ „ „	60 cm Erde	2,93° „.

Zur besseren Beleuchtung des Werthes dieser Reihenfolge sei noch die Größe der Widerstandsfähigkeit gegen das Eindringen der Kälte mit den beobachteten niedrigsten Temperaturen angefügt:

			Minimaltemperaturen in °R. am Kamme.	auf der Basis.
1.	Miethe 25 cm tief gelagert,	50 cm Erde u. 15 cm Dünger	2,4	3,8
2.	„ 25 „ „ „	10 „ Stroh u. 50 cm Erde	2,6	2,5
3.	„ 40 „ „ „	80 „ Erde	1,9	3,5
4.	„ 25 „ „ „	auf 5 cm Dünger ruhend, und 80 cm Erde	1,3	3,4
5.	„ 40 „ „ „	50 cm Erde u. 15 cm Dünger bei späterer Auflage	1,6	2,8
6.	„ 50 „ „ „	50 cm Erde, 10 cm Stroh, 40 cm Erde	2,1	3,4
7.	„ horizontal angelegt,	100 cm Erde	1,4	2,6
8.	„ 25 cm tief gelagert,	80 cm Erde	1,0	3,0
9.	„ horizontal angelegt,	80 cm Erde	1,3	2,0
10.	„ „ „	30 cm Erde, 10 cm Dünger und 20 cm Erde	1,0	2,5
11.	„ horizontal angelegt mit	40 cm Erde	1,2	2,0.

Als die vortheilhaftesten Einmiethungen hatten sich für das Jahr 1881—82 die auf 25 cm Tiefe gelagerten und mit Dünger und Stroh bedeckten Miethen erwiesen. Fast gleichwerthig mit diesen war die auf 40 cm vertieft veranlagte und mit 80 cm Erde eingedeckte Miethe. Die horizontale Miethe mit der Einmiethungsstärke von 100 cm Erde verhielt sich gleichwerthig mit der 25 cm vertieft angelegten Miethe mit 80 cm Erddecke. Am kältesten waren die horizontal angelegten Miethen, und unter diesen wieder jene mit der schwächeren Eindeckung.

Da in diesem Jahre Temperaturen unter Null innerhalb der Miethen nicht wahrgenommen wurden, so konnten Untersuchungen über die daselbst durch Frostwirkungen hervorgerufenen Schäden nicht verfolgt werden.

Versuchsjahr 1882—83.

In diesem Jahre wurde der Einfluß der Frostwirkung bei folgenden Miethen untersucht:

Eine Zahl von Miethen — Nr. 1, 2 und 3 — wurde horizontal angelegt und mit Erde eingedeckt, die Erdschichte jedoch bei Nr. 1 in der Stärke von 60, bei Nr. 2 von 80, und bei Nr. 3 in der Mächtigkeit von 100 cm gegeben.

Die zweite Gruppe von Miethen — Nr. 4, 5 und 6 — wurde horizontal angelegt und mit 50 cm Erde zugedeckt, Nr. 1 erhielt außerdem eine Schichte von 5, Nr. 2 von 10, Nr. 3 von 15 cm Stroh auf die Erde aufgelegt.

Eine dritte Gruppe von Miethen — Nr. 7, 8, 9 — war wie die oben erwähnte Gruppe horizontal angelegt und mit 50 cm Erde eingedeckt. Nr. 7 erhielt außerdem eine Schichte Pferdedünger von 10 cm, Nr. 8 eine solche von 15, und Nr. 9 eine Schichte von 20 cm zu Beginn des Versuches aufgelegt.

Eine vierte Gruppe von Miethen — Nr. 10, 11, 12 — erhielt als Mietheninhalt Samenrüben. Die Rüben waren nicht nach Art der Fabrikrüben aufgeschüttet, sondern schichtenweise in die Erde eingelagert. Der Mietheninhalt dieser Gruppe bestand demgemäß nicht aus Rüben und Luft, sondern aus Rüben und Erde, wobei noch hervorzuheben wäre, daß bei der Einlagerung der Fabrikrüben, die Rüben sich gegenseitig tangiren, während bei der Einlagerung von Samenrüben eine gegenseitige Berührung

der einzelnen Rüben möglichst vermieden wird. Miethe Nr. 10 war horizontal angelegt und mit 100 cm Erde zugedeckt; Miethe Nr. 11 lag 10 cm vertieft und erhielt eine Erddecke von 115 cm; Miethe Nr. 12 wurde 25 cm tief eingelegt und erhielt eine Erddecke von 130 cm.

Eine fünfte Gruppe von Miethen — Nr. 13, 14, 15 — sollte endlich den Einfluß der vertieften Anlage wie den Unterschied veranschaulichen, der möglicher Weise hervorgerufen wird, wenn als Mietheninhalt statt Rüben Erde verwendet wird.

Miethe Nr. 13 wurde 25 cm vertieft angelegt u. mit 80 cm Erde zugedeckt,
„ „ 14 „ 50 „ „ „ „ „ 80 „ „ „
„ „ 15 wurde horizontal angelegt, und mit 100 cm Erde zugedeckt, erhielt aber als Mietheninhalt Erde.

Die Form der Miethen war möglichst gleichmäßig veranlagt. Auf einer Grundfläche von 1,40 m Länge und 1,2 m Breite erhob sich jede Pyramide auf 0,75 m Höhe. Der Mietheninhalt von Nr. 1—9 wechselte zwischen 12—13 Ctr., bei Miethe Nr. 13 betrug derselbe 20, und bei Miethe Nr. 14 30 Ctr. fabrikmäßig geputzter Zuckerrüben.

Jede Miethe erhielt wie im Vorjahre 2 Thermometer eingesenkt; den einen 10 cm unter dem Firste der Miethe, den zweiten 10 cm über der Sohle der Miethe. Der Versuch wurde am 1. November begonnen und am 10. April beendet. Die Ablesungen der Thermometer erfolgten um 7 Uhr Früh und 1 Uhr Mittags. In den nachfolgenden Aufzeichnungen sind jedoch der Kürze wegen nur die Morgentemperaturen aufgenommen. Sie bieten gegenüber den Mittagstemperaturen keine für den Versuch als nennenswerth zu bezeichnende Unterschiede.

Für die bessere Vergleichung erscheinen in den Tabellen auch die Temperaturen der Luft, wie die Temperaturen der Bodentiefen von 40, 50, 60, 80 und 100 cm für die Zeit der Beobachtungsdauer der Miethen mit aufgenommen. Die Ablesungen dieser Temperaturen erfolgten ebenfalls um 7 Uhr Früh und 1 Uhr Mittags. Doch seien auch hier der Abkürzung wegen nur die Bodentemperaturen für 7 Uhr Morgens angeführt.

Datum.	Temperatur der Luft in °R.			Temperatur des Bodens in der Tiefe von cm in °R.					Tem- Horizontal. Decke: 60 cm Erde.		Decke: 80 cm Erde.	
	7 Uhr Morgens.	1 Uhr Mittags.	Mittel.	40	50	60	80	100	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
1. November	5,1	5,8	5,5	5,0	5,2	5,2	6,0	6,2	5,4	7,0	5,7	7,0
2. "	3,6	5,3	4,5	5,0	5,1	5,2	6,0	6,2	5,5	6,8	5,3	7,1
3. "	3,0	5,2	4,1	4,9	5,1	5,1	6,0	6,2	5,3	7,0	5,2	7,3
4. "	3,8	5,5	4,7	4,2	5,0	5,1	5,9	6,2	5,0	7,0	5,0	7,1
5. "	5,8	5,5	5,6	4,6	5,1	5,0	5,7	6,2	5,1	7,0	5,0	7,2
6. "	7,8	7,0	7,4	5,1	5,2	5,2	5,8	6,1	5,7	7,1	5,3	7,8
7. "	4,4	6,5	5,5	5,0	5,2	5,1	5,8	6,1	5,9	7,1	5,6	7,2
8. "	6,4	6,9	6,6	5,1	5,2	5,1	5,8	6,1	5,7	7,1	5,6	7,2
9. "	4,1	6,0	5,1	5,1	5,2	5,4	5,8	6,1	6,0	7,1	5,9	7,2
10. "	2,9	4,1	3,5	4,4	5,1	5,0	5,8	6,1	5,1	7,1	5,1	7,3
Mittel: 1.–10.	**4,69**	**5,78**	**5,25**	**4,84**	**5,14**	**5,14**	**5,86**	**6,15**	**5,47**	**7,03**	**5,37**	**7,19**
11. November	3,1	4,0	3,6	3,6	4,2	4,4	5,5	6,1	4,2	7,1	4,4	7,2
12. "	1,6	0,2	0,9	3,8	4,2	4,2	5,2	6,0	3,9	7,0	4,0	7,1
13. "	-3,6	0,6	-1,5	2,8	3,8	3,9	5,1	5,8	2,7	7,0	3,1	7,0
14. "	-0,2	1,6	0,7	2,3	3,2	3,8	4,8	5,6	2,2	6,3	2,4	6,8
15. "	-6,2	-3,7	-5,0	2,0	3,0	3,0	4,6	5,5	1,9	6,2	2,2	6,2
16. "	-7,4	-5,7	-6,5	1,6	2,6	2,7	4,2	5,2	1,8	6,0	2,0	6,2
17. "	-7,2	-5,2	-6,2	1,2	2,1	2,4	4,0	5,0	1,6	5,3	1,7	6,0
18. "	-6,4	-4,5	-5,5	1,2	2,0	2,4	3,8	4,9	1,4	5,1	1,5	5,7
19. "	-5,1	-0,2	-2,6	1,1	2,0	2,1	3,7	4,6	1,2	5,0	1,3	5,2
20. "	-3,4	1,9	-0,7	1.0	1,9	2,0	3,4	4,4	1,1	4,4	1,1	5,0
Mittel: 11.–20.	**-3,60**	**-1,01**	**-2,28**	**2,06**	**2,90**	**3,04**	**4,43**	**5,31**	**2,20**	**4,94**	**2,37**	**6,24**
21. November	-1,9	0,7	-0,6	0,9	1,7	2,0	3,2	4,2	1,0	4,1	1,0	4,4
22. "	0,0	1,3	0,6	0,9	1,6	1,9	3,1	4,1	1,0	4,1	1,0	4,1
23. "	-2,4	-0,5	-1,4	0,9	1,4	1,6	3,0	3,9	1,0	4,0	1,0	4,0
24. "	-1,2	0,1	-0,6	0,9	1,5	1,6	2,9	3,8	1,1	3,8	1,0	3,9
25. "	4,1	5,9	5,0	0,9	1,5	1,6	2,8	3,7	1,0	3,7	1,0	3,7
26. "	1,4	2,7	2,0	1,0	1,4	1,4	2,6	3,4	1,2	3,4	1,0	3,2
27. "	2,0	4,5	3,2	1,2	1,5	1,5	2,4	3,4	1,0	3,2	1,0	3,3
28. "	0,9	1,8	1,4	1,2	1,8	2,0	2,4	3,3	1,0	3,2	1,0	3,2
29. "	-0,4	-1,0	-0.7	1,2	1,9	2,1	2,4	3,4	1,0	3,1	1,0	3,2
30. "	-5,1	-3,2	-4,1	1,0	1,6	2,0	2,4	3,3	1,0	3,1	1,0	3,2
Mittel: 21.–30.	**-0,26**	**1,23**	**0,48**	**1,03**	**1,59**	**1,77**	**2,72**	**3,65**	**1,03**	**3,57**	**1,00**	**3,62**
Mittel: 1.–30. Nov.	**0,28**	**2,00**	**1,15**	**2,64**	**3,21**	**3,32**	**4,34**	**5,04**	**2,90**	**5,51**	**2,91**	**5,68**

peratur der Miethen.

Horizontal.													
Decke: 100 cm Erde.		Decke: 50 cm Erde und 5 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 10 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 15 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 10 cm Dünger.		Decke: 50 cm Erde und 15 cm Dünger.		Decke: 50 cm Erde und 20 cm Dünger.	
Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
5,3	6,9	5,4	7,0	5,4	7,0	5,6	7,9	5,1	7,2	5,2	7,5	5,9	7,0
5,3	7,0	5,8	7,1	5,4	7,0	5,4	8,0	5,1	7,1	5,2	7,1	6,0	6,9
5,1	7,1	5,1	7,2	5,1	7,2	5,0	8,1	4,9	7,1	5,0	7,4	5,3	6,9
5,0	7,1	4,3	7,4	4,7	7,2	4,1	8,4	4,0	7,2	4,2	7,4	4,8	6,8
4,8	7,1	5,0	7,3	5,4	7,1	5,3	8,1	4,8	7,1	4,9	7,1	5,1	6,7
5,2	7,1	5,1	7,4	6,1	7,1	5,6	8,4	5,1	7,2	5,1	7,1	5,3	6,8
5,5	7,1	5,4	7,4	5,7	7,2	6,1	8,2	5,1	7,0	5,3	7,1	5,8	6,6
5,3	7,2	5,2	7,3	5,2	7,3	5,4	8,2	5,1	7,1	5,1	7,2	5,3	6,7
5,4	7,1	5,7	7,4	6,0	7,4	6,0	8,4	5,2	7,0	5,2	7,0	5,9	6,4
5,1	7,1	4,0	7,2	4,3	7,2	4,7	8,6	4,1	7,0	4,1	7,1	4,8	6,5
5,20	**7,08**	**5,10**	**7,27**	**5,33**	**7,17**	**5,32**	**8,23**	**4,85**	**7,10**	**4,93**	**7,20**	**5,42**	**6,73**
4,6	7,2	4,0	7,2	4,0	7,1	4,4	8,6	4,0	7,0	4,0	7,1	4,3	6,6
4,0	7,1	3,4	7,0	3,8	7,0	3,7	8,4	3,2	7,5	3,5	7,0	4,9	6,4
3,0	7,1	2,0	7,1	2,1	6,9	2,1	8,3	4,4	7,0	4,1	7,1	4,9	6,1
2,5	7,1	1,6	6,5	2,0	6,4	2,0	8,2	4,4	7,1	4,0	7,0	5,0	6,1
2,3	6,8	1,4	6,2	1,8	6,4	1,8	8,1	4,3	7,0	4,1	7,0	5,0	6,4
2,0	6,4	1,3	6,0	1,7	6,3	1,7	7,8	4,0	7,0	4,0	6,9	5,1	6,2
1,7	6,1	1,1	5,6	1,4	6,1	1,6	7,4	3,4	6,9	3,1	6,8	5,0	6,2
1,5	6,0	0,8	5,2	1,0	5,7	1,3	7,1	3,0	6,7	2,9	6,5	4,8	6,1
1,2	5,6	0,5	5,0	0,7	5,2	0,9	7,0	2,7	6,3	2,6	6,3	4,3	6,1
1,2	5,4	0,4	4,5	0,5	5,0	0,7	6,5	2,1	6,1	2,3	6,0	4,0	5,8
2,41	**6,48**	**1,65**	**6,03**	**1,88**	**6,21**	**2,02**	**7,74**	**3,55**	**6,86**	**3,46**	**6,77**	**4,63**	**6,20**
1,0	5,0	0,4	4,2	0,5	4,9	0,6	6,2	1,9	5,8	2,0	5,7	3,8	5,4
1,0	4,8	0,4	4,0	0,5	4,4	0,6	6,2	1,9	5,4	2,1	5,2	4,0	5,1
1,0	4,5	0,3	3,9	0,4	4,2	0,5	5,9	1,6	5,1	2,4	5,1	4,0	5,0
1,0	4,3	0,6	3,8	0,6	4,1	0,8	5,7	2,2	5,0	2,4	4,9	3,8	4,6
0,8	4,2	0,5	3,6	0,5	4,0	0,6	5,6	2,1	4,8	2,4	4,8	3,6	4,4
1,0	4,0	0,6	3,2	0,6	3,9	0,6	5,5	2,0	4,6	2,5	4,5	3,8	4,1
0,8	4,0	0,5	2,8	0,5	4,0	0,5	5,2	2,7	4,6	2,8	4,5	3,9	4,2
0,7	3,8	0,5	2,6	0,5	3,4	0,4	5,2	2,7	4,4	2,9	4,2	3,7	4,1
0,8	3,7	0,4	2,4	0,4	3,5	0,4	5,0	2,8	4,3	3,0	4,1	4,0	4,1
0,8	3,7	0,4	2,6	0,4	3,2	0,4	5,0	2,6	4,4	2,8	4,2	4,1	4,2
0,89	**4,20**	**0,46**	**3,31**	**0,49**	**3,96**	**0,52**	**5,55**	**2,25**	**4,84**	**2,53**	**4,72**	**3,87**	**4,52**
2,83	**5,92**	**2,40**	**5,53**	**2,57**	**5,78**	**2,62**	**7,50**	**3,55**	**6,28**	**3,64**	**6,23**	**4,64**	**5,82**

Datum.	Temperatur der Luft in °R.			Temperatur des Bodens in der Tiefe von cm in °R.					Tem- Horizontal.			
									Decke: 60 cm Erde.		Decke: 80 cm Erde.	
	7 Uhr Morgens.	1 Uhr Mittags.	Mittel.	40	50	60	80	100	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
1. Dezember	– 7,2	-3,8	-5,5	0,7	1,4	1,7	2,2	3,3	1,0	3,1	1,0	3,1
2. "	– 7,7	-5,7	-6,7	0,2	1,1	1,3	2,2	3,2	0,8	3,1	0,9	3,2
3. "	– 7,8	-5,6	-6,7	0,1	0,9	1,1	2,0	3,2	0,6	3,1	0,6	3,0
4. "	-10,8	-7,7	-9,2	-0,5	0,7	0,9	1,8	3,1	0,3	2,9	0,8	3,0
5. "	– 7,1	-5,8	-6,4	-0,5	0,3	0,8	1,4	3,0	-0,1	3,0	0,0	3,0
6. "	– 2,8	-2,5	-2,7	-0,4	0,3	0,8	1,4	3,0	-0,7	2,8	-0,2	2,8
7. "	– 1,3	0,1	-0,6	-0,2	0,3	0,8	1,4	2,8	-0,8	2,6	-0,4	2,4
8. "	– 1,5	0,1	-0,7	-0,3	0,2	0,7	1,2	2,6	-0,6	2,4	-0,2	2,4
9. "	0,8	0,8	0,8	-0,2	0,2	0,8	1,1	2,4	-0,7	2,2	-0,2	2,4
10. "	– 2,4	-0,5	-1,4	-0,4	0,2	0,6	1,1	2,3	-0,4	2,1	-0,2	2,4
Mittel: 1.–10.	**-4,78**	**-2,96**	**-3,89**	**-0,15**	**0,56**	**0,95**	**1,58**	**2,89**	**-0,06**	**2,73**	**0,17**	**2,75**
11. Dezember	0,8	1,2	1,0	-0,4	0,2	0,6	1,1	2,2	-0,2	2,0	-0,1	2,0
12. "	2,4	1,6	2,0	-0,4	0,2	0,5	1,1	2,2	-0,4	2,0	-0,3	2,0
13. "	0,6	1,7	1,2	-0,4	0,2	0,4	1,1	2,2	-0,2	2,0	-0,3	1,9
14. "	1,0	1,5	1,3	-0,3	0,2	0,5	1,0	2,1	-0,2	1,9	-0,2	1,8
15. "	0,6	1,8	1,2	-0,3	0,2	0,4	1,0	2,1	-0,1	1,8	-0,1	1,9
16. "	1,3	1,8	1,6	-0,2	0,2	0,5	1,1	2,1	0,0	1,9	-0,1	2,0
17. "	-0,9	-1,9	-1,4	-0,3	0,2	0,6	1,0	2,1	0,0	1,8	-0,1	1,9
18. "	-7,3	-1,8	-4,6	-0,4	0,1	0,3	1,0	2,1	0,0	1,7	-0,1	1,9
19. "	-9,2	-4,5	-6,9	-0,5	0,2	0,3	0,8	2,0	-0,3	1,6	-0,2	1,8
20. "	-8,5	-3,9	-6,2	-0,7	0,1	0,2	0,8	2,0	-1,2	1,7	-1,1	1,8
Mittel: 11.–20.	**-1,94**	**-0,25**	**-1,08**	**-0,39**	**0,18**	**0,43**	**1,00**	**2,11**	**-0,26**	**1,84**	**-0,26**	**1,90**
21. Dezember	-7,4	-4,5	-6,0	-1,0	-0,1	0,2	0,7	2,0	-2,0	1,4	-1,8	1,7
22. "	-4,5	-1,8	-3,1	-1,0	-0,2	0,0	0,6	1,8	-1,9	1,4	-1,9	1,4
23. "	-1,2	-1,0	-1,1	-0,9	-0,2	0,1	0,7	1,9	-1,8	1,3	-1,9	1,4
24. "	-2,0	-0,5	-1,2	-0,7	-0,2	0,0	0,6	1,8	-1,5	1,2	-1,8	1,3
25. "	-3,4	-2,3	-2,8	-0,8	-0,3	0,0	0,5	1,8	-1,3	1,2	-1,6	1,3
26. "	-3,6	-2,1	-2,7	-0,8	-0,3	0,0	0,4	1,8	-1,3	1,2	-1,4	1,2
27. "	-2,5	-1,7	-2,1	-0,8	-0,4	0,0	0,3	1,6	-1,3	1,1	-1,4	1,1
28. "	-5,6	-3,4	-4,4	-0,9	-0,3	0,0	0,3	1,6	-1,2	1,0	-1,3	1,1
29. "	2,8	2,6	2,7	-0,9	-0,3	0,0	0,4	1,5	-1,2	1,1	-1,3	1,1
30. "	3,8	3,1	3,5	-0,7	-0,2	0,0	0,3	1,5	-0,4	1,0	-1,2	1,0
31. "	-0,4	0,2	-0,1	-0,7	-0,2	0,0	0,4	1,4	-0,3	1,1	-1,0	1,0
Mittel: 21.–31.	**-2,20**	**-0,91**	**-1,57**	**-0,84**	**-0,25**	**0,03**	**0,46**	**1,70**	**-1,29**	**1,18**	**-1,42**	**1,24**
Mittel: 1.–31. Dez.	**-2,97**	**-1,37**	**-2,18**	**-0,46**	**0,16**	**0,47**	**1,03**	**2,23**	**-0,53**	**1,91**	**-0,49**	**1,96**

peratur der Miethen.

Horizontal.

Decke: 100 cm Erde.		Decke: 50 cm Erde und 5 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 10 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 15 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 10 cm Dünger.		Decke: 50 cm Erde und 15 cm Dünger.		Decke: 50 cm Erde und 20 cm Dünger.	
Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
0,6	3,7	0,4	2,6	1,0	3,4	0,4	4,9	2,4	4,4	2,4	4,3	4,0	4,2
0,5	3,7	0,2	2,6	0,6	3,3	0,3	4,8	2,0	4,4	2,0	4,2	3,8	4,2
0,3	3,5	-0,4	2,5	-0,3	3,4	-0,1	4,8	1,7	4,4	1,8	4,3	3,6	4,1
0,2	3,4	-3,2	2,2	-2,8	3,3	-1,6	4,7	1,2	4,2	1,2	4,1	3,1	3,8
0,0	3,3	-4,2	2,0	-3,6	3,0	-4,0	4,6	0,9	4,0	1,0	3,9	2,9	3,4
0,0	3,1	-3,6	1,9	-3,8	2,7	-3,8	4,2	0,7	3,9	1,0	3,8	2,5	3,2
0,0	3,0	-2,7	1,4	-2,6	2,4	-2,8	4,0	0,5	3,6	0,7	3,4	2,1	3,1
-0,1	3,0	-2,0	1,2	-2,1	2,3	-2,0	3,9	0,5	3,4	0,8	3,1	2,0	2,9
-0,1	2,9	-1,8	1,1	-1,8	2,0	-1,7	3,8	0,2	3,2	0,5	3,1	1,8	2,7
-0,1	2,8	-1,0	1,0	-1,2	2,0	-1,2	3,4	0,2	3,0	0,6	3,0	1,9	2,3
0,13	**3,24**	**-1,83**	**1,85**	**-1,66**	**2,78**	**-1,65**	**4,31**	**1,03**	**3,85**	**1,20**	**3,72**	**2,76**	**3,39**
0,0	2,6	-1,0	1,0	-1,0	2,0	-1,0	3,2	0,3	3,0	1,6	2,8	1,8	2,4
-0,3	2,4	-0,8	1,0	-0,8	1,9	-0,8	3,2	0,2	2,9	0,4	2,6	1,6	2,2
-0,3	2,4	-0,6	0,9	-0,7	1,9	-0,7	3,2	0,2	2,8	0,2	2,6	1,6	2,2
-0,3	2,4	-0,5	0,8	-0,6	1,9	-0,6	3,1	0,2	2,6	0,2	2,5	1,6	2,1
-0,2	2,3	-0,2	1,0	-0,4	1,6	-0,4	3,1	0,1	2,2	0,3	2,4	1,6	2,0
-0,3	2,2	-0,1	1,0	-0,2	1,8	-0,3	3,1	0,2	2,4	0,3	2,2	1,7	2,1
-0,2	2,2	-0,0	0,9	-0,2	1,8	-0,3	3,1	0,2	2,4	0,3	2,3	1,8	1,9
-0,3	2,1	-0,1	0,9	-0,2	1,6	-0,2	3,1	0,1	2,4	0,3	2,2	1,8	1,9
-0,4	2,1	-2,9	1,0	-1,8	1,8	-1,3	3,1	0,2	2,3	0,4	2,3	1,8	1,9
-0,7	2,1	-5,2	0,9	-4,6	1,8	-4,2	3,1	0,1	2,4	0,2	2,2	1,8	1,8
-0,30	**2,28**	**-1,14**	**0,94**	**-1,05**	**1,81**	**0,98**	**3,13**	**0,18**	**2,54**	**0,32**	**2,41**	**1,71**	**2,05**
-1,0	2,1	-5,9	0,7	-5,9	1,5	-5,8	3,0	0,1	2,1	0,2	2,1	1,4	1,7
-1,7	2,1	-4,8	0,5	-4,9	1,3	-5,0	2,8	0,1	2,1	0,2	2,1	1,2	1,6
-1,8	2,0	-3,0	0,1	-3,0	1,0	-3,1	2,7	0,1	2,2	0,2	2,2	1,2	1,7
-1,8	2,0	-2,5	0,1	-2,6	1,0	-2,6	2,4	0,0	2,2	0,2	2,2	1,2	1,6
-1,5	2,0	-2,0	0,0	-2,2	1,0	-2,2	2,3	0,0	2,2	0,2	2,2	1,2	1,4
-1,5	1,8	-2,0	0,0	-1,9	1,0	-2,0	2,2	0,0	2,2	0,2	2,2	1,1	1,3
-1,5	1,8	-1,9	0,0	-1,9	0,9	-2,0	2,2	0,0	2,2	0,1	2,1	1,0	1,2
-1,5	1,5	-1,8	-0,1	-1,9	1,0	-1,9	2,2	0,0	2,1	0,3	2,0	1,1	1,5
-1,5	1,6	-1,8	-0,1	-1,8	0,6	-1,8	2,2	0,0	2,1	0,2	2,0	1,0	1,4
-1,5	1,6	-1,0	-0,1	-1,6	0,6	-1,8	2,2	-0,1	2,1	0,2	1,9	1,1	1,3
-1,5	1,6	-0,6	-0,1	-0,7	0,4	-1,0	2,1	-0,1	2,1	0,2	1,9	1,0	1,2
-1,53	**1,83**	**-2,48**	**0,10**	**-2,56**	**0,94**	**-2,66**	**2,39**	**0,01**	**2,15**	**0,20**	**2,09**	**1,14**	**1,45**
-0,56	**2,45**	**-1,81**	**0,96**	**-1,76**	**1,84**	**-1,76**	**3,27**	**0,40**	**2,81**	**0,57**	**2,74**	**1,87**	**2,30**

Datum.	Temperatur der Luft in °R.			Temperatur des Bodens in der Tiefe von cm in °R.					Tem- Horizontal.			
									Decke: 60 cm Erde.		Decke: 80 cm Erde.	
	7 Uhr Morgens.	1 Uhr Mittags.	Mittel.	40	50	60	80	100	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
1. Januar	-2,2	-0,6	-1,4	-0,8	-0,4	0,0	0,3	1,4	-0,3	0,9	-0,8	1,0
2. "	-1,6	1,0	-0,3	-0,8	-0,3	-0,1	0,4	1,4	-0,2	0,9	-0,6	1,0
3. "	2,0	3,0	2,5	-0,7	-0,3	-0,1	0,2	1,3	-0,2	0,9	-0,4	1,0
4. "	0,6	0,2	0,4	-0,6	-0,4	-0,2	0,2	1,3	-0,6	0,9	-0,6	1,0
5. "	-5,8	-6,6	-6,2	-0,8	-0,3	-0,2	0,2	1,2	-0,4	0,9	-0,5	1,0
6. "	-8,6	-4,0	-6,3	-0,9	-0,6	-0,2	0,0	1,1	-0,8	1,0	-0,6	1,0
7. "	-3,0	-2,5	-2,8	-0,8	-0,5	-0,4	0,0	1,1	-1,6	1,0	-1,2	1,1
8. "	-1,9	1,2	-0,3	-0,9	-0,4	-0,3	0,0	1,1	-1,6	1,0	-1,4	1,1
9. "	1,6	2,2	+1,9	-0,8	-0,6	-0,2	0,0	1,1	-1,2	1,0	-1,3	1,0
10. "	-1,2	-0,3	-0,7	-0,8	-0,3	-0,1	0,1	1,0	-1,0	0,9	-1,1	1,0
Mittel: 1.–10.	**-2,01**	**-0,64**	**-1,32**	**-0,79**	**-0,41**	**-0,20**	**0,14**	**1,20**	**-0,79**	**0,94**	**-0,85**	**1,02**
11. Januar	-7,9	-3,8	-5,8	-0,9	-0,6	-0,4	0,0	1,0	-1,2	0,8	-1,1	1,0
12. "	-5,8	-4,8	-5,3	-0,9	-0,6	-0,4	-0,1	0,9	-1,8	0,9	-1,4	1,0
13. "	-2,6	-1,6	-2,1	-1,0	-0,7	-0,3	-0,1	0,9	-2,0	0,9	-1,6	0,9
14. "	-9,6	-6,0	-7,8	-1,2	-0,7	-0,6	-0,3	0,8	-2,6	0,8	-1,7	0,8
15. "	-9,8	-5,0	-7,4	-1,7	-0,8	-0,7	-0,4	0,6	-3,8	0,6	-2,0	0,8
16. "	-9,4	-6,3	-7,8	-2,0	-0,9	-0,9	-0,6	0,5	-4,5	0,6	-2,7	0,8
17. "	-3,2	-2,2	-2,7	-1,9	-0,9	-0,8	-0,5	0,6	-4,2	0,4	-2,9	0,7
18. "	-2,4	-1,0	-1,7	-1,7	-0,9	-0,8	-0,5	0,6	-3,2	0,3	-2,6	0,6
19. "	-4,6	0,0	-2,3	-1,6	-0,9	-0,8	-0,6	0,6	-3,2	0,3	-2,4	0,4
20. "	0,6	1,2	0,9	-1,2	-0,9	-0,8	-0,5	0,6	-1,8	0,2	-2,0	0,2
Mittel: 11.–20.	**-5,41**	**-2,95**	**-4,20**	**-1,41**	**-0,79**	**-0,65**	**-0,36**	**0,71**	**-2,83**	**0,58**	**-2,04**	**0,72**
21. Januar	0,8	1,2	1,0	-1,0	-0,9	-0,7	-0,3	0,6	-1,0	0,2	-1,5	0,2
22. "	0,4	-1,4	-0,5	-1,0	-0,9	-0,6	-0,3	0,6	-1,0	0,2	-1,4	0,2
23. "	-3,2	-4,6	-3,9	-1,0	-0,9	-0,6	-0,5	0,5	-0,8	0,0	-1,2	0,2
24. "	-7,4	-5,5	-6,4	-1,4	-1,0	-0,9	-0,7	0,6	-1,7	0,1	-1,6	0,2
25. "	-5,4	-4,0	-4,7	-1,8	-1,0	-0,9	-0,6	0,5	-1,9	0,1	-1,9	0,2
26. "	-4,6	-2,5	-3,6	-1,9	-1,1	-1,0	-0,6	0,6	-2,4	0,1	-2,2	0,1
27. "	-1,9	2,0	0,0	-1,8	-1,0	-0,9	-0,6	0,6	-2,6	0,0	-2,5	0,1
28. "	-0,5	0,8	0,2	-1,5	-1,0	-0,8	-0,6	0,6	-2,0	0,1	-2,2	0,1
29. "	1,3	2,1	1,7	-1,2	-1,0	-0,8	-0,6	0,6	-1,0	-0,1	-1,8	0,1
30. "	2,6	3,7	3,2	-1,0	-1,0	-0,8	-0,7	0,6	-1,0	0,0	-1,8	0,1
31. "	0,1	3,4	1,7	-1,0	-0,9	-0,8	-0,6	0,6	-0,4	0,0	-1,4	0,1
Mittel: 21.–31.	**-1,62**	**-0,44**	**-1,03**	**-1,32**	**-0,97**	**-0,80**	**-0,55**	**0,58**	**-1,43**	**0,06**	**-1,77**	**0,14**
Mittel: 1.–31. Januar	**-3,01**	**-1,34**	**-2,18**	**-1,17**	**-0,72**	**-0,55**	**-0,26**	**0,83**	**-1,68**	**0,53**	**-1,55**	**0,62**

peratur der Miethen.

Horizontal.

Decke: 100 cm Erde.		Decke: 50 cm Erde und 5 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 10 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 15 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 10 cm Dünger.		Decke: 50 cm Erde und 15 cm Dünger.		Decke: 50 cm Erde und 20 cm Dünger.	
Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
-1,0	1,5	-0,6	-0,1	-0,7	0,4	-0,8	2,1	-0,1	2,0	0,1	1,8	1,1	1,2
-0,8	1,2	-0,8	-0,1	-0,9	0,4	-1,0	2,0	-0,1	1,9	0,1	1,8	1,1	1,2
-0,7	0,8	-0,6	0,0	-0,6	0,7	-0,7	2,2	-0,2	2,0	0,2	1,8	0,9	1,0
-0,7	1,3	-0,5	0,1	-0,6	0,8	-0,8	2,2	-0,2	2,1	0,2	1,8	1,0	1,2
-0,7	1,9	-0,3	0,1	-0,4	0,9	-0,6	2,2	-0,2	2,2	0,2	1,8	1,0	1,2
-0,2	1,9	-1,7	0,0	-1,2	0,9	-0,8	2,2	-0,2	2,2	0,2	1,8	1,1	1,1
-0,9	1,9	-2,8	0,1	-2,2	0,9	-1,0	2,2	-0,2	2,2	0,2	1,8	1,0	1,0
-0,8	2,0	-2,4	0,1	-2,2	0,9	-1,0	2,3	-0,1	2,2	0,2	1,6	1,0	1,0
-0,9	2,0	-1,5	0,0	-1,6	1,0	-1,0	2,3	-0,1	2,0	0,2	1,6	1,0	1,1
-0,8	1,9	-1,0	0,0	-1,1	0,8	-0,8	2,2	-0,2	2,0	0,2	1,5	1,0	1,1
-0,75	**1,64**	**-1,22**	**0,02**	**-1,15**	**0,77**	**-0,85**	**2,19**	**-0,16**	**2,08**	**0,18**	**1,73**	**1,02**	**1,11**
-0,8	2,0	-2,0	0,0	-0,9	0,8	-0,8	2,2	-0,2	2,1	0,2	1,6	1,0	1,0
-1,2	2,0	-3,0	0,0	-1,9	0,8	-1,8	2,2	-0,2	2,1	0,1	1,8	1,0	1,0
-1,2	2,0	-3,1	0,0	-2,0	0,7	-2,0	2,2	-0,1	2,1	0,1	1,6	1,0	1,0
-1,2	1,9	-5,0	-0,1	-3,9	0,6	-2,2	2,2	-0,1	2,2	-0,1	1,5	1,1	1,0
-1,4	1,9	-6,8	-0,4	-5,5	0,4	-2,4	2,1	-0,0	2,2	0,0	1,4	0,9	1,0
-1,9	1,8	-6,8	-0,4	-5,6	0,2	-4,9	2,1	-0,2	2,1	0,0	1,4	0,9	1,0
-1,8	1,8	-4,8	-0,5	-4,9	0,2	-4,8	1,9	-0,6	2,1	0,0	1,5	0,9	1,0
-1,6	1,4	-3,6	-0,7	-3,9	0,1	-4,8	1,6	-0,6	2,1	-0,2	1,4	0,8	0,9
-2,4	1,4	-3,2	-0,7	-3,2	0,2	-3,9	1,4	-0,7	2,1	-0,1	1,4	0,7	0,8
-2,2	1,2	-1,8	-0,7	-2,6	0,0	-2,8	1,4	-0,6	2,2	-0,1	1,4	0,8	0,8
-1,57	**1,74**	**-4,01**	**-0,35**	**-3,44**	**0,40**	**-3,04**	**1,93**	**-0,33**	**2,13**	**-0,01**	**1,56**	**0,91**	**0,95**
-1,8	1,2	-1,4	-0,8	-1,8	0,1	-1,8	1,2	-0,7	2,2	0,0	1,4	0,8	0,8
-1,4	1,2	-0,9	-0,8	-1,4	0,0	-1,2	1,4	-0,7	2,2	0,0	1,4	0,8	0,8
-1,2	1,2	-1,0	-0,7	-1,2	0,0	-1,2	1,2	-0,7	2,2	0,0	1,4	0,9	0,8
-1,5	1,1	-2,8	-0,7	-2,2	0,0	-3,0	1,4	-0,7	2,2	0,0	1,4	0,9	0,8
-2,0	1,1	-3,5	-0,8	-3,6	0,1	-4,7	1,5	-0,8	2,1	0,0	1,4	0,9	0,9
-2,2	1,2	-3,8	-0,8	-4,2	0,1	-4,8	1,4	-1,0	2,1	0,0	1,2	0,9	0,8
-2,2	1,1	-3,2	-0,7	-3,8	0,0	-4,2	1,2	-1,2	2,0	0,0	1,2	0,8	0,7
-2,1	1,0	-2,2	-0,8	-2,8	0,0	-2,8	1,4	-1,2	2,0	0,0	1,2	0,8	0,7
-2,0	0,8	-1,6	-0,8	-1,8	0,0	-2,7	1,2	-1,2	2,0	-0,2	1,2	0,7	0,8
-1,7	1,0	-1,0	-0,8	-1,3	0,1	-1,8	1,2	-0,9	2,0	-0,4	1,2	0,6	0,8
-1,4	1,0	-0,8	-0,7	-1,0	0,1	-1,2	1,2	-0,8	2,0	-0,4	1,2	0,6	0,8
-1,75	**1,08**	**-1,99**	**-0,76**	**-2,20**	**0,06**	**-2,67**	**1,30**	**-0,90**	**2,09**	**-0,09**	**1,29**	**0,79**	**0,79**
-1,35	**1,48**	**-2,41**	**-0,36**	**-2,26**	**0,41**	**-2,19**	**1,80**	**-0,46**	**2,10**	**+0,03**	**1,50**	**0,91**	**0,95**

Datum.	Temperatur der Luft in °R.			Temperatur des Bodens in der Tiefe von cm in °R.					Tem- Horizontal. Decke: 60 cm Erde.		Decke: 80 cm Erde.	
	7 Uhr Morgens.	1 Uhr Mittags.	Mittel.	40	50	60	80	100	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis
1. Februar	0,0	0,8	0,4	-1,0	-0,9	-0,8	-0,6	0,7	-0,2	-0,1	-1,2	0,1
2. „	1,1	1,8	1,5	-1,0	-0,9	-0,8	-0,6	0,6	-0,2	0,0	-1,0	0,1
3. „	0,8	5,8	3,3	-1,0	-0,9	-0,8	-0,5	0,6	-0,1	0,0	-1,0	0,1
4. „	1,3	3,9	2,6	-0,8	-0,8	-0,8	-0,5	0,6	-0,1	0,0	-1,0	0,1
5. „	1,6	0,4	1,0	-1,0	-0,8	-0,8	-0,5	0,6	+0,0	0,0	-0,9	0,2
6. „	-1,9	-1,2	-1,5	-0,9	-0,8	-0,8	-0,6	0,6	-0,1	0,0	-0,9	0,2
7. „	-3,2	-1,6	-2,4	-1,0	-0,9	-0,8	-0,5	0,6	-0,2	0,0	-0,9	0,2
8. „	-3,4	-2,7	-3,0	-1,0	-0,9	-0,9	-0,6	0,5	-0,2	0,0	-0,9	0,2
9. „	-5,3	-2,3	-3,8	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	0,5	-0,6	0,0	-0,9	0,2
10. „	-5,8	1,4	-2,2	-1,3	-0,9	-0,9	-0,6	0,5	-1,0	0,0	-0,8	0,2
Mittel: 1.–10.	**-1,48**	**0,63**	**-0,41**	**-1,01**	**-0,86**	**-0,82**	**-0,56**	**0,58**	**-0,27**	**-0,01**	**-0,95**	**0,16**
11. Februar	-4,6	2,2	-1,2	-1,5	-1,0	-0,9	-0,6	0,5	-1,0	0,0	-1,0	0,2
12. „	-1,4	2,2	0,4	-1,4	-1,2	-0,9	-0,6	0,5	-0,8	0,0	-1,0	0,2
13. „	0,5	2,4	1,5	-1,1	-0,8	-0,7	-0,6	0,6	-0,6	0,0	-1,1	0,2
14. „	-3,2	2,8	-0,2	-1,2	-0,9	-0,8	-0,6	0,5	-0,4	0,0	-1,1	0,2
15. „	-5,0	1,1	-2,0	-1,3	-1,0	-0,9	-0,6	0,6	-1,2	0,0	-1,0	0,2
16. „	-7,3	-1,2	-4,2	-1,6	-1,0	-1,0	-0,7	0,5	-1,8	0,0	-1,3	0,2
17. „	-8,5	1,4	-3,6	-2,0	-1,1	-1,0	-0,7	0,5	-2,2	-0,1	-1,8	0,2
18. „	-7,7	1,2	-3,2	-2,1	-1,1	-1,0	-0,7	0,5	-2,8	-0,1	-2,3	0,2
19. „	-9,0	-0,6	-4,8	-2,2	-1,2	-1,2	-0,8	0,4	-3,2	0,0	-2,3	0,2
20. „	-9,0	1,2	-3,9	-2,4	-1,3	-1,2	-0,8	0,4	-3,4	0,0	-2,7	0,2
Mittel: 11.–20.	**-5,52**	**1,27**	**-2,10**	**-1,68**	**-1,06**	**-0,96**	**-0,67**	**0,50**	**-1,74**	**-0,02**	**-1,54**	**0,20**
21. Februar	-2,4	1,0	-0,7	-2,2	-1,2	-1,1	-0,8	0,4	-3,0	0,0	-2,7	0,2
22. „	2,5	4,0	3,2	-1,7	-1,2	-1,0	-0,8	0,4	-2,2	0,0	-2,8	0,2
23. „	1,5	2,7	2,1	-1,2	-1,2	-0,9	-0,8	0,4	-1,6	0,0	-2,0	0,1
24. „	-0,4	3,7	1,6	-1,1	-1,0	-1,0	-0,9	0,3	-1,0	-0,1	-1,4	0,1
25. „	2,3	3,3	2,8	-1,0	-1,0	-0,9	-0,9	0,3	-0,6	-0,1	-1,1	0,1
26. „	1,0	2,0	1,5	-1,0	-1,0	-0,8	-0,8	0,3	-0,2	-0,1	-1,0	0,1
27. „	-0,1	0,8	0,4	-1,0	-1,0	-1,0	-0,8	0,3	-0,2	-0,1	-1,0	0,1
28. „	0,3	2,0	1,1	-0,9	-0,9	-1,0	-0,8	0,3	-0,2	+0,0	-1,0	0,1
Mittel: 21.–28.	**0,59**	**2,44**	**1,50**	**-1,26**	**-1,06**	**-0,96**	**-0,82**	**0,34**	**-1,10**	**-0,05**	**-1,62**	**0,12**
Mittel: 1.–28. Febr.	**-2,14**	**1,38**	**0,34**	**-1,32**	**-0,99**	**-0,91**	**-0,68**	**0,47**	**-1,04**	**-0,03**	**-1,37**	**0,16**

peratur der Miethen.

Horizontal.

Decke: 100 cm Erde.		Decke: 50 cm Erde und 5 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 10 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 15 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 10 cm Dünger.		Decke: 50 cm Erde und 15 cm Dünger.		Decke: 50 cm Erde und 20 cm Dünger.	
Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
-1,2	1,0	-0,8	-0,9	-1,0	0,1	-1,0	1,4	-0,8	1,8	-0,2	1,2	0,6	0,8
-1,0	0,8	-0,6	-0,9	-1,1	0,0	-1,0	1,4	-0,7	1,6	-0,2	1,2	0,6	0,8
-1,0	0,8	-0,5	-0,8	-0,8	0,0	-1,0	1,5	-0,8	1,6	-0,2	1,2	0,5	0,7
-0,9	0,8	-0,4	-0,8	-0,6	0,0	-0,8	1,4	-0,7	1,5	-0,2	1,2	0,7	0,4
-0,9	0,9	-0,4	-0,8	-0,6	0,0	-0,8	1,5	-0,7	1,5	-0,2	1,2	0,6	0,4
-0,9	1,0	-0,3	-0,8	-0,5	0,0	-0,9	1,5	-0,6	1,5	-0,2	1,1	0,6	0,3
-0,7	1,2	-0,4	-0,7	-0,4	0,1	-0,8	1,7	-0,6	1,6	-0,2	1,1	0,6	0,3
-0,7	1,0	-0,4	-0,6	-0,6	0,1	-0,9	1,5	-0,6	1,4	-0,2	1,1	0,6	0,5
-0,8	1,0	-1,0	-0,7	-0,8	0,1	-0,9	1,8	-0,5	1,6	-0,2	1,1	0,6	0,4
-1,0	1,0	-2,2	-0,6	-2,0	0,1	-1,7	1,7	-0,7	1,4	-0,2	1,0	0,7	0,4
-0,91	**0,95**	**-0,70**	**-0,76**	**-0,84**	**0,05**	**-0,98**	**1,54**	**-0,67**	**1,55**	**-0,20**	**1,14**	**0,61**	**0,50**
-1,3	1,0	-2,8	-0,5	-2,6	0,1	-2,3	1,8	-0,8	1,4	-0,2	1,0	0,7	0,4
-1,3	1,1	-2,2	-0,5	-2,6	0,2	-2,0	1,8	-0,8	1,4	-0,2	1,0	0,6	0,4
-1,3	1,0	-1,2	-0,5	-1,6	0,1	-1,8	1,8	-0,9	1,4	-0,3	1,0	0,6	0,4
-1,2	1,2	-1,2	-0,7	-1,4	0,1	-1,2	1,8	-0,9	1,4	-0,2	1,0	0,6	0,3
-1,0	1,1	-1,6	-0,6	-1,6	0,1	-1,6	1,8	-0,9	1,4	-0,2	1,0	0,7	0,4
-1,2	1,1	-2,5	-0,5	-2,3	0,1	-2,4	1,8	-1,0	1,4	-0,2	1,2	0,6	0,4
-1,7	1,1	-3,7	-0,6	-3,6	0,1	-3,8	1,8	-1,2	1,4	-0,3	1,2	0,6	0,4
-1,9	1,1	-3,8	-0,6	-3,8	0,1	-3,8	1,8	-1,4	1,4	-0,3	1,2	0,6	0,2
-1,9	1,1	-3,8	-0,6	-3,9	0,1	-3,9	1,8	-1,8	1,4	-0,4	1,0	0,6	0,4
-2,2	1,0	-4,0	-0,5	-4,1	0,0	-4,2	1,6	-1,8	1,4	-0,6	1,0	0,6	0,3
-1,50	**1,08**	**-2,68**	**-0,56**	**-2,75**	**0,10**	**-2,70**	**1,78**	**-1,15**	**1,40**	**-0,29**	**1,06**	**0,62**	**0,36**
-2,2	1,0	-3,8	-0,6	-3,6	0,0	-4,1	1,6	-1,8	1,2	-0,6	1,0	0,6	0,3
-2,0	0,8	-2,0	-0,7	-2,3	0,0	-2,6	1,5	-1,8	1,2	-0,8	0,8	0,6	0,3
-1,8	0,8	-0,9	-0,7	-1,8	-0,2	-2,0	1,4	-1,4	1,2	-0,8	0,8	0,6	0,3
-1,0	0,8	-0,8	-0,7	-1,4	-0,2	-1,2	1,1	-1,4	1,2	-0,4	0,9	0,6	0,3
-0,9	0,8	-0,8	-0,7	-0,9	-0,2	-1,0	1,3	-1,1	1,1	-0,3	1,0	0,6	0,3
-0,8	0,8	-0,5	-0,7	-0,8	-0,1	-1,0	1,5	-1,0	1,2	-0,3	1,0	0,6	0,3
-0,8	0,8	-0,4	-0,7	-0,7	-1,0	-0,9	1,4	-1,0	1,2	-0,4	0,9	0,6	0,3
-0,8	0,8	-0,4	-0,7	-0,6	-2,0	-0,9	1,4	-1,0	1,2	-0,3	0,9	0,6	0,3
-1,27	**0,82**	**-1,20**	**-0,67**	**-1,51**	**-0,12**	**-1,77**	**1,40**	**-1,31**	**1,17**	**-0,47**	**0,91**	**0,60**	**0,30**
-1,22	**0,95**	**-1,52**	**-0,66**	**-1,70**	**0,01**	**-1,81**	**1,57**	**-1,04**	**1,37**	**-0,32**	**1,03**	**0,61**	**0,39**

Datum.	Temperatur der Luft in °R.			Temperatur des Bodens in der Tiefe von cm in °R.					Tem- Horizontal.			
									Decke: 60 cm Erde.		Decke: 80 cm Erde.	
	7 Uhr Morgens.	1 Uhr Mittags.	Mittel.	40	50	60	80	100	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
1. März	0,9	0,8	0,8	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8	0,3	0,0	-0,2	-0,9	0,1
2. „	-2,7	-0,1	-1,4	-1,0	-1,0	-1,0	-0,8	0,3	0,1	-0,2	-0,9	0,1
3. „	-3,8	1,4	-1,2	-1,0	-0,9	-1,0	-0,9	0,3	0,1	-0,2	-0,9	0,2
4. „	-3,0	3,5	0,3	-1,0	-1,0	-1,0	-0,9	0,3	0,0	-0,2	-0,8	0,2
5. „	1,0	1,1	1,0	-0,9	-1,0	-0,9	-0,8	0,3	0,1	-0,2	-0,4	0,2
6. „	0,8	3,0	1,9	-0,9	-1,0	-0,9	-0,8	0,3	0,1	-0,2	-0,6	0,2
7. „	-2,6	0,1	-1,2	-0,9	-0,8	-0,8	-0,8	0,3	-0,2	+0,0	-0,3	0,2
8. „	-5,2	0,1	-2,5	-0,9	-1,0	-1,0	-0,7	0,3	-0,5	0,0	-0,2	0,2
9. „	-6,4	-1,6	-4,0	-1,0	-1,0	-0,9	-0,6	0,3	-0,8	0,0	-0,6	0,2
10. „	-7,7	+0,7	-3,5	-1,0	-0,9	-0,8	-0,6	0,3	-1,1	0,1	-0,9	0,2
Mittel: 1.–10.	-2,87	0,90	-0,98	-0,95	-0,94	-0,92	-0,77	0,30	-0,16	-0,11	-0,65	0,18
11. März	-7,6	1,5	-3,0	-1,0	-1,0	-1,0	-0,7	0,3	-1,6	0,0	-0,9	0,2
12. „	-3,9	2,1	-0,9	-1,2	-1,0	-1,0	-0,7	0,3	-1,6	0,1	-0,9	0,2
13. „	-5,6	-1,8	-3,7	-1,2	-1,0	-1,0	-0,7	0,3	-1,5	0,1	-0,9	0,2
14. „	-9,4	-1,2	-5,3	-1,4	-1,0	-1,0	-0,7	0,3	-1,4	0,1	-0,9	0,2
15. „	-8,0	2,5	-2,8	-1,7	-1,0	-1,1	-0,8	0,2	-1,6	0,1	-0,9	0,2
16. „	-9,8	-1,7	-5,8	-1,8	-1,2	-1,1	-0,8	0,3	-1,6	0,1	-0,9	0,2
17. „	-5,1	-0,8	-3,0	-1,8	-1,2	-1,0	-0,7	0,3	-1,7	0,1	-0,9	0,2
18. „	-4,6	0,8	-1,9	-1,8	-1,1	-1,0	-0,8	0,3	-1,4	0,1	-1,0	0,4
19. „	-2,0	1,2	-0,4	-1,4	-1,1	-1,0	-0,7	0,3	-1,2	0,1	-0,8	0,4
20. „	-7,1	0,5	-3,3	-1,6	-1,1	-1,1	-0,7	0,2	-0,9	0,1	-0,7	0,4
Mittel: 11.–20.	-6,31	-0,31	-3,01	-1,49	-1,07	-1,03	-0,73	0,28	-1,49	0,09	-0,87	0,26
21. März	- 4,9	-4,8	- 4,8	-1,7	-1,2	-1,0	-0,7	0,3	-0,8	0,2	-0,8	0,4
22. „	-14,0	-7,8	-10,9	-2,8	-1,2	-1,1	-1,0	0,2	-1,4	0,2	-1,0	0,5
23. „	- 7,4	-1,8	- 4,6	-3,0	-1,5	-1,3	-1,0	0,2	-2,6	0,2	-1,2	0,6
24. „	- 4,9	-1,4	- 3,2	-2,5	-1,5	-1,1	-0,9	0,2	-2,9	0,2	-1,5	0,6
25. „	- 1,1	2,2	0,6	-1,9	-1,4	-1,1	-0,9	0,2	-2,0	0,2	-1,4	0,4
26. „	- 1,7	4,5	1,4	-1,9	-1,4	-1,2	-0,9	0,2	-1,6	0,2	-1,4	0,4
27. „	0,8	3,8	2,3	-1,4	-1,2	-1,0	-0,8	0,2	-1,3	0,2	-1,0	0,4
28. „	0,5	2,3	1,4	-1,2	-1,1	-0,9	-0,8	0,2	-1,1	0,2	-0,9	0,4
29. „	- 2,6	2,2	- 0,2	-1,1	-1,0	-0,9	-0,8	0,2	-0,8	0,2	-0,6	0,4
30. „	- 1,5	2,4	0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-0,8	0,2	-1,0	0,2	-0,6	0,4
31. „	- 3,2	3,3	0,0	-1,0	-1,0	-1,0	-0,8	0,2	-1,3	0,2	-0,7	0,4
Mittel: 21.–31.	-3,64	0,45	-1,58	-1,77	-1,23	-1,05	-0,85	0,21	-1,53	0,20	-1,00	0,44
Mittel: 1.–31. März	-4,27	0,55	-1,86	-1,40	-1,08	-1,00	-0,78	0,26	-1,06	0,06	-0,84	0,29

peratur der Miethen.

Horizontal.

Decke: 100 cm Erde.		Decke: 50 cm Erde und 5 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 10 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 15 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 10 cm Dünger.		Decke: 50 cm Erde und 15 cm Dünger.		Decke: 50 cm Erde und 20 cm Dünger.	
Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
-0,8	0,8	-0,4	-0,8	-0,5	-0,2	-0,9	1,4	-1,0	1,2	-0,3	0,9	0,6	0,3
-0,6	0,8	-0,2	-0,7	-0,5	0,0	-0,9	1,4	-0,8	1,2	-0,2	0,9	0,6	0,3
-0,8	0,8	-0,3	-0,7	-0,4	0,0	-0,9	1,4	-0,8	1,2	-0,3	0,8	0,6	0,3
-0,7	0,8	-0,3	-0,6	-0,4	0,0	-0,9	1,4	-0,8	1,2	-0,3	0,8	0,6	0,3
-0,6	0,8	-0,5	-0,6	-0,4	0,0	-0,9	1,6	-0,8	1,2	-0,2	0,9	0,6	0,3
-0,6	0,9	-0,5	-0,6	-0,5	0,0	-0,9	1,7	-0,7	1,2	-0,2	0,9	0,6	0,3
-0,4	1,0	-0,2	-0,4	-0,5	0,1	-0,8	1,7	-0,7	1,2	-0,2	0,9	0,6	0,3
-0,4	1,0	-0,5	-0,4	-0,6	0,2	-0,6	1,9	-0,4	1,4	-0,2	1,0	0,8	0,3
-0,2	1,0	-0,6	-0,3	-0,9	0,2	-0,4	1,8	-0,3	1,5	+0,0	1,0	0,8	0,3
-0,0	1,2	-1,0	-0,3	-1,2	0,2	-0,4	1,9	-0,3	1,5	0,0	1,0	0,9	0,4
-0,51	**0,91**	**-0,45**	**-0,54**	**-0,60**	**0,05**	**-0,76**	**1,62**	**-0,66**	**1,28**	**-0,19**	**0,91**	**0,67**	**0,31**
0,0	1,2	-1,4	-0,3	-1,1	0,2	-0,4	1,9	-0,4	1,4	0,0	0,9	0,9	0,4
0,0	1,2	-1,8	-0,2	-1,2	0,2	-0,5	1,9	-0,4	1,4	0,0	0,9	0,8	0,4
-0,2	1,2	-1,9	-0,2	-1,4	0,2	-0,6	1,9	-0,5	1,4	-0,1	0,8	0,8	0,2
-0,2	1,2	-2,4	-0,2	-1,6	0,2	-0,7	1,9	-0,6	1,4	-0,2	0,8	0,8	0,2
-0,2	1,2	-2,4	-0,2	-2,0	0,2	-0,8	1,9	-0,6	1,4	-0,2	0,8	0,8	0,2
-0,2	1,2	-2,8	-0,2	-2,1	0,2	-1,0	1,9	-0,6	1,4	-0,2	0,8	0,8	0,2
-0,4	1,3	-2,7	-0,2	-2,2	0,2	-1,0	1,9	-0,8	1,2	-0,1	0,8	0,8	0,3
-0,4.	1,4	-2,8	-0,1	-1,9	0,2	-1,3	2,0	-0,8	1,2	-0,2	0,9	0,8	0,4
-0,4	1,4	-2,6	-0,2	-1,8	0,4	-1,0	1,9	-0,8	1,0	-0,2	0,8	0,7	0,4
-0,6	1,3	-2,8	-0,2	-2,1	0,5	-1,0	2,0	-0,9	1,1	-0,2	0,8	0,7	0,4
-0,26	**1,26**	**-2,36**	**-0,20**	**-1,74**	**0,25**	**-0,83**	**1,92**	**-0,64**	**1,29**	**-0,14**	**0,83**	**0,79**	**0,31**
-0,6	1,3	-1,7	-0,2	-1,2	0,5	-1,0	2,0	-0,9	1,1	-0,2	0,8	0,7	0,4
-0,7	1,4	-1,8	-0,2	-2,2	0,3	-2,0	2,0	-1,0	1,2	-0,2	1,0	0,7	0,4
-1,2	1,2	-2,5	-0,2	-2,4	0,4	-3,0	1,9	-1,2	1,2	-0,6	0,8	0,7	0,4
-1,5	1,2	-2,3	-0,2	-2,0	0,4	-3,2	1,9	-1,2	1,1	-0,6	0,8	0,7	0,4
-1,4	1,2	-2,3	-0,2	-2,0	0,4	-2,6	1,8	-1,2	1,0	-0,6	0,8	0,7	0,4
-1,1	1,2	-1,5	-0,2	-1,0	0,4	-2,2	1,8	-1,2	1,0	-0,6	0,8	0,7	0,4
-0,8	1,2	-0,7	-0,2	-0,6	0,4	-1,5	1,8	-1,0	1,0	-0,4	0,8	0,7	0,4
-0,7	1,2	-0,4	-0,2	-0,6	0,4	-1,0	1,8	-1,0	1,0	-0,4	0,8	0,7	0,4
-0,4	1,2	-0,6	-0,2	-0,6	0,4	-1,0	1,7	-1,0	1,0	-0,2	0,7	0,7	0,3
-0,4	1.2	-0,8	-0,2	-0,8	0,4	-0,7	1,7	-0,8	1,0	-0,4	0,8	0,7	0,3
-0,2	1,1	-1,2	-0,2	-0,8	0,4	-0,7	1,8	-0,9	1,0	-0,3	0,8	0,7	0,3
-0,82	**1,22**	**-1,36**	**-0,20**	**-1,27**	**0,40**	**-1,72**	**1,93**	**-1,04**	**1,06**	**-0,41**	**0,81**	**0,70**	**0,37**
-0,53	**1,13**	**-1,39**	**-0,31**	**-1,20**	**0,23**	**-1,10**	**1,82**	**-0,78**	**1,21**	**-0,24**	**0,85**	**0,72**	**0,33**

Datum.	Temperatur der Luft in °R.			Temperatur des Bodens in der Tiefe von cm in °R.					Tem- Horizontal. Decke: 60 cm Erde.		Decke: 80 cm Erde.	
	7 Uhr Morgens.	1 Uhr Mittags.	Mittel.	40	50	60	80	100	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
1. April	-0,2	3,0	1,4	-0,9	-1,0	-1,0	-0,9	0,2	-0,9	0,2	-0,6	+0,4
2. „	0,4	4,9	2,7	-1,0	-0,9	-0,9	-0,8	0,2	-0,4	0,2	-0,3	0,4
3. „	-0,2	4,8	2,3	-1,0	-1,0	-0,9	-0,8	0,2	-0,1	0,2	-0,2	0,4
4. „	0,1	2,4	1,2	-0,9	-1,0	-1,0	-0,8	0,2	+0,2	0,4	0,0	0,4
5. „	0,4	3,6	2,0	-0,9	-1,0	-1,0	-0,8	0,2	0,3	0,4	0,2	0,4
6. „	0,7	2,8	1,7	-0,9	-1,0	-1,0	-0,8	0,2	0,6	0,4	0,4	0,4
7. „	0,2	5,3	2,8	-0,9	-0,9	-1,0	-0,8	0,2	1,0	0,5	0,4	0,4
8. „	-0,2	1,6	0,7	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8	0,2	1,3	0,6	0,7	0,5
9. „	-0,4	5,2	2,4	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8	0,2	2,0	0,8	1,2	0,7
10. „	+2,8	8,6	5,7	-0,9	-1,0	-0,9	-0,8	0,2	3,0	1,0	2,6	0,8
Mittel: 1.–10.	**0,36**	**4,22**	**2,29**	**-0,92**	**-0,96**	**-0,95**	**-0,81**	**0,20**	**0,66**	**0,47**	**0,44**	**0,48**

Datum.	Temperatur der Miethen. Samenrübe horizontal Decke: 100 cm Erde.		Samenrübe 10 cm vertieft Decke: 115 cm Erde.		Samenrübe 10 cm vertieft Decke: 130 cm Erde.		25 cm vertieft Decke: 80 cm Erde.		50 cm vertieft Decke: 80 cm Erde.		horizontal. Decke: 100 cm Erde.	
	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
1. November	5,0	7,0	5,0	7,2	4,4	6,1	4,8	6,0	4,8	6,0	5,4	6,0
2. „	5,0	6,8	5,2	6,0	5,1	5,8	5,1	7,2	5,0	6,4	5,8	6,0
3. „	4,6	6,6	5,2	6,1	5,3	5,8	5,0	7,4	5,0	7,0	5,1	6,0
4. „	4,8	6,4	5,2	6,0	5,2	6,0	4,9	7,6	4,6	7,1	4,2	6,1
5. „	4,8	6,2	5,1	6,0	5,2	6,0	4,8	6,8	4,4	7,3	4,6	6,0
6. „	5,1	6,2	5,2	6,0	5,2	6,0	5,1	6,9	4,8	7,4	5,0	6,1
7. „	5,5	6,3	5,4	6,1	5,2	5,9	5,4	7,6	5,3	7,6	5,4	6,0
8. „	5,1	6,4	5,4	6,2	5,3	6,1	5,2	7,8	5,2	7,5	5,2	6,0
9. „	5,4	6,5	5,6	6,0	5,6	6,0	5,3	7,8	5,6	7,6	5,4	6.1
10. „	5,0	6,4	5,6	6,2	5,7	6,1	5,1	7,7	5,0	7,8	5,1	6,1
Mittel: 1.–10.	**5,03**	**6,48**	**5,29**	**6,18**	**5,22**	**5,98**	**5,07**	**7,28**	**4,97**	**7,17**	**5,12**	**6,04**

peratur der Miethen.

Horizontal.

Decke: 100 cm Erde.		Decke: 50 cm Erde und 5 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 10 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 15 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 10 cm Dünger.		Decke: 50 cm Erde und 15 cm Dünger.		Decke: 50 cm Erde und 20 cm Dünger.	
Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
-0,3	1,1	-0,8	-0,2	-0,4	0,4	-0,7	1,8	-0,9	1,0	-0,2	0,8	0,4	0,3
-0,2	1,1	-0,4	-0,1	-0,1	0,5	-0,7	1,8	-0,8	0,9	-0,2	0,8	0,4	0,3
-0,2	1,1	-0,2	-0,2	0,0	0,5	-0,6	1,8	-0,8	1,0	-0,2	0,8	0,3	0,3
-0,1	1,1	0,0	-0,2	0,0	0,5	-0,6	1,8	-0,7	1,0	-0,2	0,8	0,3	0,3
-0,1	1,2	0,0	0,2	0,0	0,5	-0,6	1,8	-0,5	1,0	-0,2	0,8	0,3	0,3
0,0	1,2	0,1	0,2	0,1	0,5	-0,4	1,9	-0,4	1,0	-0,2	0,8	0,3	0,3
0,0	1,2	0,6	0,1	0,5	0,7	-0,4	2,0	-0,4	1,0	-0,2	0,8	0,4	0,3
0,1	1,3	0,7	0,2	0,9	0,8	-0,2	2,0	-0,4	1,0	-0,2	0,8	0,7	0,4
0,2	1,4	1,0	0,4	0,9	0,8	0,1	2,2	-0,4	1,0	-0,2	0,8	0,7	0,4
0,2	1,4	1,9	0,7	0,8	1,0	1,8	2,2	-0,4	1,0	-0,2	0,8	1,0	0,5
-0,40	**1,21**	**0,29**	**0,11**	**0,37**	**0,62**	**-0,23**	**1,93**	**-0,57**	**0,99**	**-0,20**	**0,80**	**0,48**	**0,34**

Datum.	Temperatur der Miethen.											
	Samenrübe horizontal Decke: 100 cm Erde.		Samenrübe 10 cm vertieft Decke: 115 cm Erde.		Samenrübe 10 cm vertieft Decke: 130 cm Erde.		25 cm vertieft Decke: 80 cm Erde.		25 cm vertieft Decke: 80 cm Erde.		horizontal. Decke: 100 cm Erde.	
	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
11. November	4,8	6,4	5,0	6,1	5,6	6,2	4,8	7,7	4,2	7,8	5,0	6,0
12. "	4,0	6,6	5,0	6,1	5,0	6,0	4,0	7,8	4,0	7,6	4,0	6,0
13. "	3,0	6,1	4,7	6,1	5,1	6,0	3,1	7,8	3,0	7,7	3,1	5,8
14. "	2,3	6,0	4,1	6,0	4,9	5,9	2,4	7,7	2,3	7,5	2,6	5,4
15. "	2,0	5,8	3,8	6,0	4,5	6,0	2,0	7,5	2,0	7,4	2,0	5,3
16. "	1,7	5,3	3,2	5,2	4,2	5,7	1,8	7,4	1,8	7,4	1,8	5,0
17. "	1,5	5,0	3,0	5,3	4,0	5,6	1,3	7,0	1,4	7,3	1,5	4,9
18. "	1,4	4,8	3,0	5,2	3,9	5,2	1,2	7,0	1,2	7,1	1,1	4,4
19. "	1,2	4,2	2,6	5,0	3,6	5,0	1,0	7,0	1,0	7,0	1,0	3,9
20. "	1,1	4,0	2,2	4,4	3,2	4,8	1,0	6,1	1,0	6,7	1,0	3,5
Mittel: 11.–20.	**2,30**	**5,42**	**3,66**	**5,54**	**4,40**	**5,64**	**2,26**	**7,30**	**2,19**	**7,35**	**2,31**	**5,02**

Datum.	Temperatur der Miethen.											
	Samenrübe horizontal Decke: 100 cm Erde.		Samenrübe 10 cm vertieft Decke: 115 cm Erde.		Samenrübe 10 cm vertieft Decke: 130 cm Erde.		25 cm vertieft Decke: 80 cm Erde.		50 cm vertieft Decke: 80 cm Erde.		horizontal. Decke: 100 cm Erde.	
	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
21. November	1,0	3,8	2,3	4,0	3,1	4,3	1,0	6,0	1,0	6,7	0,9	3,2
22. "	0,9	3,4	2,4	4,0	3,0	4,2	0,9	5,6	1,1	6,2	1,0	3,1
23. "	0,6	3,1	2,5	4,0	3,1	4,0	0,7	5,4	1,0	6,1	1,0	3,1
24. "	1,0	3,2	2,4	3,6	3,0	4,0	0,8	5,4	1,2	6,0	1,0	3,0
25. "	1,0	3,1	2,3	3,5	3,0	4,0	0,7	5,2	1,1	6,0	1,0	2,8
26. "	1,1	2,9	2,0	3,2	2,6	3,6	0,4	5,0	1,3	5,8	1,1	2,6
27. "	0,7	2,9	2,0	3,1	2,4	3,6	0,2	4,6	1,1	5,8	0,9	2,3
28. "	0,6	2,8	2,0	3,0	2,3	3,2	0,3	4,5	1,2	5,7	0,8	2,3
29. "	0,5	2,6	2,1	3,1	2,2	3,1	0,3	4,7	1,2	5,2	0,8	2,3
30. "	0,6	2,8	2,3	3,1	2,3	3,2	0,4	4,8	1,4	5,5	0,8	2,4
Mittel: 21.–30.	**0,80**	**3,06**	**2,23**	**3,46**	**2,70**	**3,72**	**0,57**	**5,12**	**1,16**	**5,90**	**0,93**	**2,71**
Mittel: 1.–30. Novbr.	**2,71**	**4,99**	**3,73**	**5,06**	**4,11**	**5,11**	**2,63**	**6,57**	**2,77**	**6,81**	**2,79**	**4,59**
1. Dezember	0,8	2,7	2,1	3,0	2,3	3,1	0,3	4,7	1,2	5,3	0,5	2,3
2. "	0,4	2,6	2,0	3,0	2,2	3,2	0,2	4,7	1,1	5,2	0,4	2,3
3. "	0,3	2,6	2,0	3,0	2,0	3,1	0,0	4,6	0,8	5,2	0,2	2,2
4. "	0,2	2,6	1,8	3,0	2,0	3,1	0,0	4,4	0,5	5,2	0,1	2,2
5. "	0,2	2,0	1,7	2,8	2,0	3,0	-0,1	4,5	0,3	5,2	-0,1	2,1
6. "	0,0	2,9	1,4	2,6	1,8	2,9	-0,2	4,3	0,1	5,0	-0,3	2,0
7. "	0,0	2,8	1,3	2,3	1,7	2,6	-0,3	4,2	0,0	5,0	-0,4	2,0
8. "	-0,1	1,6	1,2	2,2	1,7	2,5	-0,2	4,0	0,0	5,0	-0,6	1,9
9. "	-0,2	1,4	1,0	2,0	1,6	2,5	-0,2	4,0	0,0	4,8	-0,3	1,6
10. "	-0,1	1,2	1,0	2,0	1,4	2,2	-0,2	4,0	0,0	4,4	-0,2	1,6
Mittel: 1.–10.	**0,15**	**2,04**	**1,55**	**2,59**	**1,87**	**2,82**	**-0,07**	**4,34**	**0,40**	**5,03**	**-0,07**	**2,02**
11. Dezember	-0,2	1,5	1,0	2,0	1,4	2,1	-0,4	3,9	0,0	4,5	0,0	1,6
12. "	-0,1	1,3	0,9	1,9	1,2	2,1	-0,3	3,8	0,2	4,3	0,0	1,3
13. "	-0,2	1,2	0,9	1,9	1,2	2,1	-0,3	3,6	0,0	4,3	-0,2	1,3
14. "	-0,1	1,1	0,8	1,8	1,1	2,0	-0,3	3,5	0,0	4,2	-0,2	1,2
15. "	-0,1	1,2	0,9	1,5	1,1	1,9	-0,1	3,5	0,1	4,1	-0,2	1,4
16. "	0,0	1,1	0,9	1,6	1,2	2,0	-0,2	3,4	0,1	4,1	-0,2	1,3
17. "	0,0	1,1	0,9	1,5	1,2	1,9	-0,2	3,3	0,1	4,1	-0,2	1,2
18. "	0,0	1,1	0,8	1,4	1,1	1,9	-0,2	3,2	0,1	4,1	-0,2	1,2
19. "	-0,2	1,2	0,8	1,5	1,1	1,9	-0,4	3,2	0,0	4,0	-0,2	1,2
20. "	-1,2	1,1	0,8	1,3	1,0	1,8	-0,7	3,2	-0,2	3,9	-0,5	1,2
Mittel: 11.–20.	**-0,21**	**1,19**	**0,87**	**1,64**	**1,16**	**1,97**	**-0,31**	**3,46**	**0,04**	**4,16**	**-0,19**	**1,29**

Datum.	Temperatur der Miethen.											
	Samenrübe horizontal Decke: 100 cm Erde.		Samenrübe 10 cm vertieft Decke: 115 cm Erde.		Samenrübe 10 cm vertieft Decke: 130 cm Erde.		25 cm vertieft Decke: 80 cm Erde.		25 cm vertieft Decke: 80 cm Erde.		horizontal. Decke: 100 cm Erde.	
	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
21. Dezember	-2,4	1,1	0,8	1,3	1,0	1,8	-1,2	3,2	-1,0	3,9	-1,0	1,2
22. "	-2,8	1,0	0,6	1,3	1,0	1,7	-1,7	3,2	-1,8	3,8	-1,7	1,2
23. "	-2,0	0,9	0,6	1,2	0,9	1,7	-1,7	3,1	-1,7	4,0	-1,7	1,2
24. "	-1,8	0,9	0,6	1,2	0,9	1,7	-1,3	3,1	-1,2	3,9	-1,0	1,0
25. "	-1,6	0,8	0,5	1,2	0,9	1,6	-1,3	3,1	-1,2	3,8	-1,2	1,0
26. "	-1,5	0,7	0,5	1,2	0,9	1,5	-1,2	3,0	-1,0	3,8	-1,0	1,0
27. "	-1,5	0,6	0,5	1,1	0,9	1,3	-1,2	2,9	-1,0	3,6	-1,0	0,9
28. "	-1,2	0,6	0,5	1,0	0,9	1,4	-1,2	2,9	-1,0	3,4	-1,0	1,0
29. "	-1,2	0,5	0,4	1,0	0,7	1,3	-1,2	2,8	-0,9	3,2	-1,0	1,0
30. "	-1,0	0,5	0,4	1,0	0,7	1,3	-0,9	2,7	-0,7	3,2	-1,0	1,0
31. "	-0,8	0,5	0,3	1,0	0,6	1,3	-0,6	2,6	-0,5	3,2	-0,8	1,0
Mittel 21.—31.	**-1,62**	**0,74**	**0,52**	**1,14**	**0,86**	**1,51**	**-1,23**	**2,96**	**-1,09**	**3,62**	**-1,13**	**1,05**
Mittel: 1.-31. Dez.	**-0,56**	**1,32**	**0,98**	**1,79**	**1,30**	**2,10**	**-0,54**	**3,59**	**-0,22**	**4,27**	**-0,46**	**1,45**
1. Januar	-0,5	0,4	0,3	1,0	0,6	1,3	-0,5	2,5	-0,4	3,1	-0,6	1,0
2. "	-0,2	0,3	0,3	1,0	0,6	1,3	-0,5	2,5	-0,4	3,0	-0,5	0,9
3. "	+0,0	0,2	0,2	0,8	0,6	1,2	-0,4	2,5	-0,3	3,1	-0,5	0,9
4. "	-0,1	0,2	0,2	0,9	0,6	1,3	-0,2	2,6	-0,5	3,1	-0,6	0,9
5. "	-0,1	0,2	0,2	1,0	0,6	1,3	-0,2	2,7	-0,2	3,0	-0,4	0,9
6. "	-0,1	0,3	0,2	0,9	0,6	1,3	-0,3	2,7	-0,4	3,0	-0,4	0,9
7. "	-0,8	0,3	0,2	0,9	0,6	1,3	-0,7	2,5	-1,0	3,0	-0,8	0,8
8. "	-0,8	0,2	0,2	0,9	0,6	1,3	-1,2	2,5	-1,2	3,0	-1,0	0,6
9. "	-0,8	0,2	0,2	0,9	0,6	1,2	-0,8	2,7	-1,0	3,0	-1,0	0,4
10. "	-0,8	0,2	0,2	0,8	0,6	1,2	-0,6	2,6	-1,0	2,9	-0,9	0,4
Mittel: 1.-10.	**-0,42**	**0,25**	**0,22**	**0,98**	**0,60**	**1,27**	**-0,54**	**2,58**	**-0,64**	**3,12**	**-0,67**	**0,77**
11. Januar	-1,0	0,2	0,2	0,8	0,6	1,2	-0,8	2,5	-1,0	2,9	-0,9	0,4
12. "	-1,6	0,2	0,1	0,8	0,6	1,2	-1,2	2,5	-1,6	3,0	-0,9	0,4
13. "	-1,8	0,1	0,1	0,8	0,6	1,2	-1,9	2,4	-2,0	3,0	-1,8	0,4
14. "	-2,0	0,1	0,1	0,8	0,5	1,2	-2,2	2,4	-2,7	2,9	-2,0	0,3
15. "	-2,8	0,1	0,0	0,8	0,4	1,2	-3,4	2,4	-3,8	2,9	-3,0	0,1
16. "	-2,9	0,1	0,0	0,8	0,4	1,2	-4,0	2,3	-4,4	2,8	-4,0	-0,2
17. "	-2,2	0,1	0,0	0,8	0,4	1,2	-3,8	2,4	-4,0	2,9	-3,8	-0,4
18. "	-3,5	0,1	-0,1	0,5	0,4	1,2	-3,2	2,4	-3,2	2,8	-2,9	-0,9
19. "	-3,0	0,1	-0,2	0,7	0,4	1,2	-2,8	2,4	-2,9	2,7	-2,7	-0,7
20. "	-2,4	0,0	-0,2	0,5	0,3	1,1	-2,2	2,2	-2,4	2,4	-2,1	-0,7
Mittel: 11.-20.	**-2,32**	**0,11**	**0,00**	**0,73**	**0,46**	**1,19**	**-2,55**	**2,39**	**-2,80**	**2,83**	**-2,41**	**-0,13**

Datum.	Temperatur der Miethen.											
	Samenrübe horizontal Decke: 100 cm Erde.		Samenrübe 10 cm vertieft Decke: 115 cm Erde.		Samenrübe 10 cm vertieft Decke: 130 cm Erde.		25 cm vertieft Decke: 80 cm Erde.		50 cm vertieft Decke: 80 cm Erde.		horizontal. Decke: 100 cm Erde.	
	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
21. Januar	-1,8	-0,1	-0,2	0,3	0,2	1,1	-1,8	2,2	-1,8	2,4	-1,6	-0,3
22. „	-1,3	-0,2	-0,2	0,3	0,2	1,0	-1,3	2,0	-1,4	2,3	-1,2	-0,2
23. „	-1,2	-0,2	-0,2	0,3	0,2	1,0	-1,2	2,2	-1,2	2,5	-1,0	+0,0
24. „	-2,0	-0,2	-0,4	0,3	0,3	1,1	-1,6	2,0	-1,9	2,3	-1,6	0,0
25. „	-2,0	-0,2	-0,4	0,3	0,3	1,0	-2,2	2,1	-2,4	2,4	-2,0	-0,2
26. „	-2,9	-0,2	-0,4	0,3	0,2	1,0	-2,6	2,0	-2,8	2,4	-2,4	-0,6
27. „	-2,8	-0,2	-0,6	0,2	0,2	0,8	-2,6	2,0	-2,8	2,2	-2,7	-0,8
28. „	-2,2	-0,4	-0,4	0,2	0,2	0,9	-2,0	2,0	-2,2	2,2	-2,2	-0,8
29. „	-1,9	-0,4	-0,3	0,2	0,2	0,8	-1,8	1,8	-1,9	2,2	-2,0	-0,6
30. „	-1,6	-0,4	-0,4	0,2	0,2	0,9	-1,4	1,8	-1,5	2,2	-1,8	-0,4
31. „	-1,0	-0,6	-0,3	0,2	0,2	0,8	-1,2	1,8	-1,3	2,2	-1,0	-0,2
Mittel: 21.-31.	**-1,88**	**-0,28**	**-0,35**	**0,26**	**0,22**	**0,95**	**-1,79**	**1,99**	**-1,93**	**2,30**	**-1,77**	**-0,37**
Mittel: 1.-31. Januar	**-1,54**	**-0,03**	**-0,04**	**0,63**	**0,43**	**1,14**	**-1,63**	**2,32**	**-1,79**	**2,75**	**-1,62**	**0,09**
1. Februar	-0,9	-0,7	-0,3	0,2	0,1	0,7	-1,2	1,7	-1,2	2,2	-0,9	-0,1
2. „	-0,9	-0,8	-0,2	0,2	0,1	0,7	-1,2	1,7	-1,1	2,2	-1,0	0,0
3. „	-0,9	-0,7	-0,1	0,2	0,1	0,8	-1,0	1,7	-1,0	2,2	-0,9	0,1
4. „	-0,8	-0,6	-0,1	0,2	0,1	0,9	-0,8	1,8	-0,8	2,2	-0,9	0,1
5. „	-0,8	-0,7	-0,1	0,2	0,1	0,8	-0,8	1,8	-0,8	2,2	-0,8	0,2
6. „	-0,8	-0,6	-0,1	0,2	0,1	0,8	-0,7	1,8	-0,8	2,2	-0,8	0,2
7. „	-0,9	-0,7	-0,1	0,2	0,2	0,6	-0,8	1,8	-0,8	2,1	-0,8	0,2
8. „	-0,9	-0,6	-0,1	0,2	0,2	0,6	-0,8	1,8	-0,8	2,1	-0,8	0,2
9. „	-0,6	-0,6	-0,2	0,2	0,1	0,7	-0,8	1,8	-0,8	2,2	-0,8	0,2
10. „	-0,8	-0,5	-0,2	0,2	0,2	0,8	-1,2	1,8	-1,2	2,1	-0,9	0,2
Mittel: 1.-10.	**-0,83**	**-0,65**	**-0,15**	**0,20**	**0,13**	**0,74**	**-0,93**	**1,77**	**-0,93**	**2,17**	**-0,86**	**0,13**
11. Februar	-0,8	-0,5	-0,2	0,2	0,2	0,8	-1,6	1,8	-1,8	2,1	-1,4	0,1
12. „	-0,8	-0,4	-0,2	0,2	0,2	0,8	-1,6	1,8	-1,8	2,1	-1,7	0,0
13. „	-0,8	-0,3	-0,2	0,2	0,2	0,7	-1,3	1,8	-1,4	2,1	-1,3	-0,2
14. „	-0,6	-0,4	-0,2	0,2	0,1	0,6	-1,1	1,8	-1,1	2,1	-1,1	-0,2
15. „	-0,8	-0,3	-0,2	0,2	0,2	0,6	-1,2	1,8	-1,2	2,1	-1,4	-0,1
16. „	-0,7	-0,2	-0,2	0,2	0,2	0,6	-1,4	1,8	-1,4	2,1	-1,8	-0,2
17. „	-0,8	-0,2	-0,4	0,2	0,1	0,7	-2,0	1,8	-2,2	2,1	-2,0	-0,4
18. „	-0,9	-0,2	-0,4	0,2	0,1	0,7	-2,2	1,7	-2,3	2,0	-2,7	-0,8
19. „	-1,0	-0,2	-0,4	0,2	0,1	0,6	-2,3	1,7	-2,4	2,0	-2,9	-1,0
20. „	-0,9	-0,2	-0,6	0,2	0,1	0,7	-2,6	1,7	-2,7	2,0	-3,0	-1,2
Mittel: 11.-20.	**-0,81**	**-0,29**	**-0,30**	**0,20**	**0,15**	**0,68**	**-1,73**	**1,77**	**-1,83**	**2,07**	**-1,93**	**-0,40**

Datum.	Temperatur der Miethen.											
	Samenrübe horizontal Decke. 100 cm Erde.		Samenrübe 10 cm vertieft Decke: 115 cm Erde.		Samenrübe 10 cm vertieft Decke: 180 cm Erde.		25 cm vertieft Decke: 80 cm Erde.		50 cm vertieft Decke: 80 cm Erde.		horizontal. Decke: 100 cm Erde.	
	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
21. Februar	-1,0	-0,2	-0,7	0,2	0,1	0,7	-2,8	1,7	-2,9	2,0	-3,2	-1,2
22. „	-1,1	-0,2	-0,8	0,2	0,0	0,6	-2,2	1,7	-2,2	1,9	-2,8	-1,2
23. „	-1,0	-0,2	-0,6	0,2	-0,2	0,6	-1,6	1,6	-1,8	1,8	-2,0	-1,0
24. „	-0,8	-0,2	-0,5	0,2	-0,1	0,5	-1,4	1,6	-1,5	1,8	-1,3	-0,4
25. „	-0,8	-0,2	-0,4	0,2	-0,1	0,5	-1,1	1,4	-1,1	1,8	-1,1	-0,4
26. „	-0,8	-0,2	-0,4	0,2	-0,2	0,5	-1,0	1,4	-1,0	1,8	-1,0	-0,1
27. „	-0,8	-0,2	-0,4	0,2	-0,1	0,5	-0,9	1,4	-0,9	1,8	-1,0	-0,1
28. „	-0,7	-0,2	-0,4	0,2	-0,1	0,5	-0,9	1,4	-0,9	1,8	-0,9	-0,1
Mittel: 21.-28.	-0,88	-0,20	-0,53	0,20	-0,09	0,55	-1,49	1,53	-1,54	1,84	-1,60	-0,56
Mittel: 1.-28. Febr.	-0,84	-0,38	-0,33	0,20	-0,06	0,66	-1,38	1,69	-1,43	2,03	-1,48	-0,28
1. März	-0,4	-0,2	-0,3	0,2	-0,1	0,4	-0,9	1,4	-0,9	1,8	-0,9	-0,1
2. „	-0,4	-0,1	-0,3	0,2	-0,1	0,4	-0,6	1,4	-0,7	1,8	-0,9	0,0
3. „	-0,4	-0,2	-0,3	0,2	-0,1	0,5	-0,8	1,4	-0,8	1,8	-0,9	-0,1
4. „	-0,4	-0,2	-0,3	0,2	-0,1	0,5	-0,8	1,4	-0,8	1,8	-0,9	0,0
5. „	-0,6	-0,2	-0,2	0,2	-0,1	0,5	-0,8	1,4	-0,8	1,8	-0,9	0,1
6. „	-0,6	-0,2	-0,2	0,2	-0,1	0,6	-0,8	1,5	-0,8	1,9	-0,9	0,1
7. „	-0,2	-0,2	-0,2	0,2	0,0	0,5	-0,6	1,4	-0,7	1,9	-0,6	0,1
8. „	+0,0	0,0	+0,0	0,2	0,1	0,7	-0,2	1,7	-0,2	2,0	-0,6	0,2
9. „	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	0,8	-0,2	1,8	-0,2	2,0	-0,6	0,2
10. „	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	0,8	-0,2	1,8	-0,2	2,0	-0,2	0,2
Mittel: 1.-10.	-0,30	-0,13	-0,18	0,24	-0,01	0,57	-0,59	1,52	-0,61	1,88	-0,72	0,07
11. März	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	0,8	-0,2	1,8	-0,2	2,0	-0,4	0,2
12. „	-0,2	0,0	0,0	0,4	0,2	0,8	-0,2	1,8	-0,2	2,0	-0,4	0,2
13. „	-0,2	0,0	0,0	0,4	0,2	0,8	-0,2	1,8	-0,2	2,0	-0,4	0,2
14. „	-0,2	0,0	0,0	0,4	0,2	0,8	-0,2	1,8	-0,2	2,0	-0,6	0,2
15. „	-0,2	0,0	0,0	0,4	0,2	0,8	-0,6	1,8	-0,4	2,0	-0,6	0,2
16. „	-0,2	-0,1	0,0	0,4	0,2	0,8	-0,6	1,8	-0,4	2,0	-0,8	0,2
17. „	-0,2	0,0	0,0	0,4	0,2	0,8	-0,6	1,8	-0,4	2,0	-0,8	0,2
18. „	-0,2	0,0	-0,1	0,4	0,2	0,8	-0,8	1,8	-0,6	2,0	-0,9	0,2
19. „	-0,2	0,0	-0,2	0,4	0,2	0,8	-0,7	1,8	-0,5	2,0	-0,9	0,2
20. „	-0,3	0,0	-0,2	0,4	0,2	0,8	-0,8	1,8	-0,5	2,0	-0,9	0,1
Mittel: 11.-20.	-0,19	-0,01	-0,05	0,40	0,20	0,80	-0,49	1,80	-0,36	2,00	-0,67	0,19

Datum.	Temperatur der Miethen.											
	Samenrübe horizontal Decke: 100 cm Erde.		Samenrübe 10 cm vertieft Decke: 115 cm Erde.		Samenrübe 10 cm vertieft Decke: 130 cm Erde.		25 cm vertieft Decke: 80 cm Erde.		50 cm vertieft Decke: 80 cm Erde.		horizontal. Decke: 100 cm Erde.	
	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
21. März.	-0,3	0,0	-0,2	0,4	0,2	0,8	-0,8	1,8	-0,5	2,0	-0,9	0,1
22. „	-0,3	0,0	-0,2	0,4	0,2	0,8	-1,1	1,8	-0,8	2,0	-1,1	0,0
23. „	-0,8	0,0	-0,2	0,4	0,2	0,8	-1,2	1,8	-1,0	2,0	-1,6	-0,1
24. „	-1,0	0,0	-0,2	0,4	0,1	0,7	-1,8	1,8	-1,4	2,0	-2,5	-0,2
25. „	-1,0	0,0	-0,2	0,4	0,1	0,7	-1,6	1,8	-1,2	2,0	-2,0	-0,2
26. „	-1,0	0,0	-0,4	0,4	0,0	0,7	-1,4	1,8	-1,2	2,0	-1,7	-0,2
27. „	-0,9	0,0	-0,4	0,4	0,0	0,7	-1,2	1,8	-1,0	2,0	-1,3	-0,3
28. „	-0,6	0,0	-0,3	0,4	0,0	0,7	-0,9	1,8	-0,7	2,0	-1,0	-0,2
29. „	-0,6	0,0	-0,2	0,3	0,0	0,7	-0,7	1,8	-0,6	2,0	-0,8	-0,2
30. „	-0,4	0,0	-0,2	0,3	0,0	0,6	-0,7	1,8	-0,6	2,0	-0,8	+0,2
31. „	-0,3	0,0	-0,2	0,4	0,0	0,6	-0,7	1,8	-0,4	2,0	-0,8	+0,2
Mittel: 21.-31.	-0,65	0,00	-0,25	0,38	0,07	0,71	-1,09	1,80	-0,85	2,00	-1,32	-0,08
Mittel: 1.-31. März	-0,38	-0,05	-0,16	0,34	0,09	0,69	-0,72	1,71	-0,61	1,96	-0,90	0,06
1. April.	-0,3	0,0	-0,2	0,4	0,0	0,6	-0,7	0,8	-0,4	2,0	-0,8	0,2
2. „	-0,2	0,0	-0,2	0,4	0,1	0,6	-0,7	0,8	-0,4	2,0	-0,8	0,2
3. „	-0,2	0,0	-0,2	0,4	0,1	0,6	-0,6	0,8	-0,4	2,0	-0,6	0,1
4. „	-0,1	0,0	-0,2	0,4	0,1	0,6	-0,6	0,8	-0,3	2,0	-0,6	0,2
5. „	-0,1	0,0	-0,1	0,3	0,1	0,6	-0,4	0,8	-0,2	2,0	-0,5	0,2
6. „	0,0	0,0	-0,1	0,3	0,1	0,6	-0,3	0,8	-0,1	2,0	-0,3	0,2
7. „	0,0	0,0	+0,0	0,3	0,2	0,7	-0,2	0,8	-0,2	2,0	-0,2	0,2
8. „	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,7	-0,1	0,8	-0,1	2,0	-0,2	0,3
9. „	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	0,7	0,0	0,8	-0,1	2,0	-0,2	0,4
10. „	0,1	0,0	0,0	0,4	0,2	0,7	0,2	0,8	0,0	2,0	0,0	0,4
Mittel: 1.-10.	-0,08	0,00	-0,10	0,36	0,13	0,64	-0,34	0,80	-0,22	2,00	-0,42	0,24

Die Versuche ergaben nachstehende Resultate:

1. Für die Lufttemperatur.

Nach Dekaden geordnet, stellt sich dieselbe für die Zeit der Versuchsdauer, wie folgt, dar:

Mittel der Dekaden.	Temperatur der Luft in °R. gemessen.			Mittel der Dekaden.	Temperatur der Luft in °R. gemessen.		
	7 Uhr Morgens.	1 Uhr Mittags.	Im Mittel.		7 Uhr Morgens.	1 Uhr Mittags.	Im Mittel.
1.—10. Novbr.	4,69	5,78	5,25	1.—10. Febr.	—1,48	0,63	—0,41
11.—20. „	—3,60	—1,01	—2,28	11.—20. „	—5,52	1,27	—2,10
21.—30. „	—0,26	1,23	0,48	21.—28. „	0,59	2,44	1,50
1.—10. Dezbr.	—4,78	—2,96	—3,89	1.—10. März	—2,87	0,90	—0,98
11.—20. „	—1,94	—0,25	—1,08	11.—20. „	—6,31	0,31	—3,01
21.—31. „	—2,20	—0,91	—1,57	21.—31. „	—3,64	0,45	—1,58
1.—10. Januar	—2,01	—0,64	—1,32	1.—10. April	0,36	4,22	2,29
11.—20. „	—5,41	—2,95	—4,20				
21.—31. „	—1,62	—0,44	—1,03	Mittel v. 1. Novbr. bis 31. März.	—2,40	0,17	—1,08

Wie ersichtlich, so war der Winter ein strenger und den Beobachtungen von Miethentemperaturen sehr günstig. Das Mittel der Morgentemperatur vom 1. November bis 31. März betrug —2,40, der Mittagtemperatur 0,17, das Mittel beider Beobachtungen —1,08.

2. Der Verlauf der eingetretenen **Temperaturwechsel** läßt das Auftreten von 8 Kälteperioden verfolgen.

Die erste Kälteperiode begann am 13. November und endete am 24. November. Der Kältepol fällt auf den 16. mit —7,7° R.

Die zweite Kälteperiode beginnt am 29. November und dauert bis 10. Dezember. Der tiefste Temperaturstand fiel auf den 4. Dezember mit —10,8° R.

Die dritte Kälteperiode währte vom 19. bis 28. Dezember. Die niedrigste Temperatur traf am 19. mit —9,2° R. ein.

Die vierte Kälteperiode fängt am 31. Dezember an und endet mit geringen Unterbrechungen am 19. Januar. Der Kältepol dieser Periode fällt auf den 15. Januar mit —9,8° R.

Die fünfte Kälteperiode umschließt die Dauer vom 23. bis 28. Januar mit der kältesten Temperatur von —7,4° R. am 24. Januar.

Die sechste Kälteperiode beginnt am 6. Februar und währt bis 21. Februar. Die kältesten Tage fielen auf den 10. und 20. mit —9,0° R.

Die siebente Kälteperiode beginnt am 2. März und dauert mit geringen Unterbrechungen bis 24. März. Der Kältepol erreicht die Temperatur von —14,0° R. am 22. März.

Die achte Kälteperiode nimmt am 29. März ihren Anfang und schließt am 1. April. Die kleinste Temperatur fiel auf den 31. März mit —3,2° R.

Es hatte also die Zeit vom 1. November bis 1. April dem Volksmunde im vollen Sinn des Wortes Rechnung getragen. Derselbe spricht von 7 im Jahre einfallenden und dem Klima Königsbergs angehörenden Wintern oder Kälteperioden. Auch waren dieselben von den entsprechenden Kältepolen begleitet. Es war somit der Winter 1882—83 recht geeignet, die Widerstandsfähigkeit der einzelnen als Schutz gegen das Eindringen der Winterkälte verwendeten Eindeckungsmaterialien, wie die verschieden angewendeten Methoden der Eindeckung für Winterfrüchte zu zeigen.

Allerdings wird es schwieriger, die Wirkung der Kälteperioden im Einzelnen zu verfolgen. Sie sind durch zu kurze Zeiträume getrennt, um nicht die Wirkung der einen Kälteperiode mit der darauf folgenden in Verbindung treten zu lassen. Doch wollen wir die nothwendige Durchsicht vorerst bei den Bodentemperaturen versuchen, um dann von diesen auf die Größe des Eindringens des Frostes in die einzelnen Miethen überzugehen.

3. Die **Bodentemperaturen** in den einzelnen Tiefen, geordnet nach Mitteln der Dekaden gewähren uns für das Jahr 1882—83 folgendes Bild:

Mittel der Dekaden.	Temperatur des Bodens in °R. in der Tiefe von Centimetern.					Mittel der Dekaden.	Temperatur des Bodens in °R. in der Tiefe von Centimetern.				
	40	50	60	80	100		40	50	60	80	100
Nov. 1.-10.	4,84	5,14	5,14	5,86	6,15	Febr. 1.-10.	-1,01	-0,86	-0,82	-0,56	0,58
„ 11.-20.	2,06	2,90	3,04	4,43	5,31	„ 11.-20.	-1,68	-1,06	-0,96	-0,67	0,50
„ 21.-30.	1,03	1,59	1,77	2,72	3,65	„ 21.-28.	-1,26	-1,06	-0,96	-0,82	0,34
Dez. 1.-10.	-0,15	0,56	0,95	1,58	2,89	März 1.-10.	-0,95	-0,94	-0,92	-0,77	0,30
„ 11.-20.	-0,39	0,18	0,43	1,00	2,11	„ 11.-20.	-1,49	-1,07	-1,03	-0,73	0,28
„ 21.-31.	-0,84	-0,25	0,03	0,46	1,70	„ 21.-31.	-1,77	-1,23	-1,05	-0,85	0,21
Jan. 1.-10.	-0,79	-0,41	-0,20	+0,14	1,20	April 1.-10.	-0,92	-0,96	-0,95	-0,81	0,20
„ 11.-20.	-1,41	-0,79	-0,65	-0,36	0,71						
„ 21.-31.	-1,32	-0,97	-0,80	-0,55	0,58	Mittel: 1 Nov. bis 31. März	**-0,34**	**0,11**	**0,26**	**0,72**	**1,78**

Die erste Kälteperiode währte vom 13.—24. November und hatte ihre niedrigste Temperatur am 17. mit —7,2° R. erreicht.

	Temperatur in °R. in den Tiefen von 40	50	60	80	100 cm.
Die Temperatur betrug am 12. November, dem Tage vor Beginn der Kälteperiode	3,8	4,2	4,2	5,2	6,0
am Tage des Kältepoles am 17.	1,2	2,1	4,4	4,0	5,0.
Die kleinste Temperatur war dagegen erst eingetreten am November	21.	23.	26.	27.	28.
in °R.	0,9	1,4	1,4	2,4	3,3.
Es hatte daher betragen:					
Die Verspätung in Tagen	4	6	9	10	11
Der Rückgang in °R.	2,9	2,8	2,8	2,8	2.7.

Die zweite Kälteperiode trat am 29. November ein und dauerte bis 10. Dezember. Der kälteste Tag fiel auf den 4. November mit —10,8. Der Verlauf dieser Periode in den einzelnen Bodentiefen war folgender:

	Temperatur in °R. in den Tiefen von 40	50	60	80	100 cm.
Temperatur am 28. November vor Beginn der Frostperiode	1,2	1,8	2,0	2,4	3,3
Temperatur am kältesten Tage, am 4. Dezember	0,5	0,7	0,9	1,8	3,1.
Die kleinste Temperatur war dagegen erst eingetreten am November	4.	8.	13.	14.	14.
in °R.	0,5	0,2	0,4	1,0	2,1.
Es hatte daher betragen:					
Die Verspätung in Tagen	0	4	9	10	10
Der Rückgang in °R.	1,7	1,6	1,6	1,4	1,2.

Wir sehen an diesen beiden Beispielen das vollständige Zutreffen der im Vorjahre bereits konstatirten Beobachtung, nach welcher die kleineren Bodentiefen in ungleich früherer Zeit und in größerem Maße von der Kälte erreicht werden wie die größeren Bodentiefen.

4. Bei den **horizontal angelegten und mit Erde eingedeckten Miethen** waren die mittleren Temperaturen, geordnet nach Dekaden, in folgender Weise beobachtet worden:

Dekaden.	Temperatur in °R. bei der Erddecke von					
	60 cm Mächtigkeit.		80 cm Mächtigkeit.		100 cm Mächtigkeit.	
	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
November 1.—10.	5,47	7,03	5,37	7,19	5,20	7,08
„ 11.—20.	2,20	4,94	2,37	6,24	2,41	6,48
„ 21.—30.	1,03	3,57	1,00	3,62	0,89	4,20
Dezember 1.—10.	—0,06	2,73	0,1 7	2,75	0,13	3,24
„ 11.—20.	—0,26	1,84	—0,26	1,90	—0,30	2,28
„ 21.—31.	—1,29	1,18	—1,42	1,24	—1,53	1,83
Januar . 1.—10.	—0,79	0,94	—0,85	1,02	—0,75	1,64
„ 11.—20.	—2,83	0,58	—2,04	0,72	—1,57	1,74
„ 21.—31.	—1,48	0,06	—1,77	0,14	—1,75	1,08
Februar 1.—10.	—0,27	—0,01	—0,95	0,16	—0,91	0,95
„ 11.—20.	—1,74	0,02	—1,54	0,20	—1,50	1,08
„ 21.—28.	—1,10	—0,05	—1,62	0,12	—1,27	0,82
März . 1.—10.	—0,16	—0,11	—0,65	0,18	—0,51	0,91
„ 11.—20.	—1,49	0,09	—0,87	0,26	—0,26	1,26
„ 21.—31.	—1,53	0,20	—1,00	0,44	—0,82	1,22
April . 1.—10.	0,66	0,47	0,44	0,48	—0,40	1,21
Mittel: 1. Nov. bis 31. März	—0,28	1,53	—0,27	1,74	—0,17	2,37

Das Hauptmittel erscheint wie bei den vorhergehenden Zahlen für die Zeit vom 1. November bis 31. März, und nicht für die Dauer des Versuches vom 1. November bis 10. April gebildet. Die Ursache dieses Vorganges ist damit zu begründen, daß am 2. April mit dem Abziehen der aufgeworfenen Erde von den Miethen begonnen wurde. Nachdem die Miethen verschieden stark eingedeckt waren, zudem das Abziehen der Erde soweit erfolgte, als es die Frostdecke gestattete, so war von diesem Augenblick an der Versuch in ein anderes, der ursprünglichen Veranlagung nicht mehr angehörendes Stadium getreten.

Entsprechend der Mächtigkeit der zur Eindeckung verwendeten Erdschichte war auch die Temperatur der Miethen ausgefallen. Sie betrug

für die Erdschichte von	60	80	100 cm
am Kamme	—0,28	—0,27	—0,17
an der Basis	1,53	1,74	2,37,
daher mehr bei den stärkeren Eindeckungen			
am Kamme		0,01	0,11
an der Basis		0,21	0,84.

Von wesentlichem Einfluß für die Beurtheilung der Wirkung dieser Erdstärken wird das erreichte Minimum der Temperatur und die Dauer zu betrachten sein, während welcher die Miethen sich unter dem Frostpunkte befunden haben.

Bei der Miethe mit 60 cm Eindeckung tritt am **Kamme** die erste Minustemperatur am 5. Dezember mit —0,1 auf, fällt bis 16. Januar auf —4,5° R. und verharrt daselbst, kaum nennenswerthe Abweichungen abgerechnet, bis 4. April. An der **Basis** wurde der erste Frost am 29. Januar mit 0,1 beobachtet. Von da an blieb die Temperatur auf 0,0 oder —0,1 bis 1. März, fiel dann auf —0,2 und stieg erst am 12. März auf 0,1. Im Ganzen hatte sich diese Miethe am Kamme 120 Tage, auf der Basis 43 Tage unter der Null-Temperatur befunden.

Die horizontal angelegte Miethe mit 80 cm Erdeindeckung zeigte am **Kamm** am 6. Dezember —0,2; von diesem Zeitpunkt an sinkt die Temperatur bis 17. Januar auf —2,9° und bleibt unter Null bis 5. April. An der **Basis** wurden keine Temperaturen unter Null, dagegen aber solche mit 0,1 beobachtet, was schließen läßt, daß der Frost bis zur Basis der Miethe zwar nicht vorgedrungen ist, aber jedenfalls nicht weit von derselben entfernt war, und deshalb den größten Theil des Mietheninhaltes durchdrungen haben durfte. Der Zeit nach hatte der Frostpunkt dem Kamme der Miethe durch 120 Tage angehört.

Bei der horizontal angelegten Miethe mit 100 cm Erdeindeckung wird die erste Minustemperatur am 8. Dezember beobachtet. Dieselbe gehört von diesem Tage unausgesetzt dem Kamme der Miethe an, erreicht am 19. Januar —2,4 und verliert sich aus denselben erst am 8. April, also nach 124 Tagen. Die Basis der Miethe zeigte keine Temperatur unter Null. Die daselbst beobachtete niedrigste Temperatur war 0,8° R.

Nach den dargelegten Beobachtungen hatte der Frost die horizontal angelegte Miethe mit der Erddecke von 60 cm vollständig, jene mit 80 cm beinahe vollständig durchdrungen. Bei der Miethe mit der Eindeckung von 100 cm Erde darf dagegen angenommen werden, daß die untere Hälfte der Miethe vom Froste verschont geblieben war.

Ueber die Art des Eintretens der Kälte in die Miethen geben uns die Kälteperioden näheren Aufschluß.

Vor Eintritt der vom 29. November bis 10. Dezember währenden Kälteperiode waren die Temperaturen der Miethen in folgender Weise wahrzunehmen.

	Kamm. 60	80	100	Basis. 60	80	100
	cm Eindeckung.					
Temperatur am 28. November	1,0	1,0	0,8	3,1	3,2	3,7
„ „ stärksten Frosttag, 4. Dezember	—0,1	0,0	0,0	3,0	3,0	3,1
Eintritt der geringsten Temperatur am November . . .	7.	7.	12.	18.	14.	18.
in Graden nach R. . . .	—0,8	—0,4	—0,3	1,7	1,8	2,1
Es betrug daher:						
Die Verspätung in Tagen .	3	3	8	14	10	14
Die Größe des Rückganges in °R.	1,8	1,4	1,1	1,3	1,2	1,0.

Es zeigt dieser Vorgang, daß bis zu dem Eintritt der niedrigsten Temperatur bei der Erddecke von 60 und 80 cm 3 Tage, bei jener von 100 cm 8 Tage erforderlich waren. Die Erdschichte von 60 cm erfuhr hierbei eine Temperaturerniedrigung von 1,8, jene von 80 cm eine solche von 1,4, und die Erdschichte von 100 cm eine solche von 1,1° R. Eine analoge Zahlenreihe bieten die Temperaturerniedrigungen an der Basis: sie betragen 1,3, 1,2, 1,0.

In der vom 31. Dezember bis 19. Januar währenden Kälteperiode finden sich folgende Zahlen:

	Temperatur in °R. Kamm. 60	80	100	Basis. 60	80	100
	cm Erddecke.					
Temperatur am Tage vor Eintritt der Kälteperiode am 30. Dezember	—0,4	—1,2	—1,5	1,0	1,0	1,6
Temperatur am stärksten Frosttag, am 15. Januar	—3,8	—2,0	—1,4	0,6	0,8	1,9
Die niedrigste Temperatur war dagegen eingetreten am Januar	16.	17.	19.	23.	26.	28.
in °R.	—4,5	—2,9	—2,4	0,0	0,1	0,8
Es betrug daher die Verspätung in Tagen: . . .	1	2	4	8	11	13
Die Größe des Rückganges in °R.	4,1	1,7	0,9	1,0	0,9	0,8.

Die Temperatur-Verspätungen treten bei dieser Kälteperiode den Eindeckungsstärken von 60, 80, 100 cm entsprechend auf; sie betragen für den Kamm 1, 2, 4, für die Basis 8, 11, 13 Tage. Dasselbe findet sich bei der Größe der Rückgänge vor. Dieselben erreichen am Kamm 4,1, 1,7, 0,9 °R., an der Basis 1,0, 0,9, 0,8 °R.

Dieses Beispiel dürfte anderweitig noch insofern als lehrreich sich

erweisen, als es zeigt, daß bei länger anhaltenden Kälteperioden mit größeren Temperatur-Depressionen die schwächeren Eindeckungen unverhältnißmäßig mehr abgekühlt werden wie die stärkeren.

Der Kamm der Miethe, mit der Erddecke 60 cm, erreichte —4,5 ° R., während die Eindeckungsstärken von 80 und 100 cm nur auf die Temperatur von —2,9 und —2,4 gelangten.

Es haben ferner die Miethen unverhältnißmäßig größere Temperaturerniedrigungen erfahren wie die korrespondirenden Bodentiefen. Bei diesen finden wir für die in Rede stehende Kälteperiode die niedrigsten Temperaturen am 16. Dezember vor, und zwar bei der Bodentiefe von 40 cm —2,0, bei 50 cm —0,9, bei 60 cm —0,9, bei 80 cm —0,6, bei 100 cm 0,5. Diese großen Differenzen sind als Resultate der in die Miethen eindringenden kalten Winde zu deuten, welche bei den Miethen eine viel größere Angriffsfläche vorfinden als bei dem flachen Boden.

Ueber den Einfluß der vertieften Anlage gegenüber der horizontalen giebt uns die nachstehende Dekadenreihe den erforderlichen Aufschluß:

Dekaden.	horizontal. Decke: 80 cm Erde.		25 cm vertieft. Decke: 80 cm Erde.		50 cm vertieft. Decke: 80 cm Erde.	
	Kamm.	Pasis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
Novbr. 1.—10.	5,37	7,19	5,07	7,28	4,97	7,17
„ 11.—20.	2,37	6,24	2,26	7,30	2,19	7,35
„ 21.—30.	1,00	3,62	0,57	5,12	1,16	5,90
Dezbr. 1.—10.	0,17	2,75	—0,07	4,34	0,40	5,03
„ 11.—20.	—0,26	1,90	—0,31	3,46	0,04	4,16
„ 21.—31.	—1,42	1,24	—1,23	2,96	—1,09	3,62
Januar 1.—10.	—0,85	1,02	—0,54	2,58	—0,64	3,12
„ 11.—20.	—2,04	0,72	—2,55	2,39	—2,80	2,83
„ 21.—31.	—1,77	0,14	—1,79	1,99	—1,93	2,30
Februar 1.—10.	—0,95	0,16	—0,93	1,77	—0,93	2,17
„ 11.—20.	—1,54	0,20	—1,73	1,77	—1,83	2,07
„ 21.—28.	—1,62	0,12	—1,49	1,53	—1,54	1,84
März 1.—10.	—0,65	0,18	—0,59	1,52	—0,61	1,88
„ 11.—20.	—0,87	0,26	—0,49	1,80	—0,36	2,00
„ 21.—31.	—1,00	0,44	—1,09	1,80	—0,85	2,00
April 1.—10.	0,44	0,48	—0,34	0,80	—0,22	2,00
Mittel: 1. Novbr. bis 31. März	—0,27	1,74	—0,33	3,17	—0,25	3,56

Bei dem Vergleiche der einzelnen Mittel ergeben sich die folgenden Zahlen:

	Horizontale Anlage	25 cm vertiefte Anlage	50 cm vertiefte Anlage
	mit der Erddecke von 80 cm.		
Kammtemperatur . .	—0,27	—0,33	—0,25
Temperatur der Basis	1,74	3,17	3,56.
Temperaturdifferenzen gegenüber der horizontalen Anlage:			
Für die Kammtemperatur	—	—0,08	+0,02
Für die Temperatur der Basis	—	+1,43	+1,82.

Die Kammtemperaturen verhielten sich annähernd gleich; die Temperaturen der Basis waren aber wärmer. Für die 25 cm vertiefte Anlage betrug die Differenz + 1,43, für die 50 cm vertiefte Anlage + 1,82.

In Hinsicht des beginnenden Eindringens, wie des Verweilens des Frostes in den Miethen, und der hierbei aufgetretenen Minimaltemperaturen lassen sich folgende Beobachtungen verzeichnen.

Die Temperatur des Kammes der Miethe mit 25 cm Vertiefung und 80 cm Erddecke sinkt am 5. Dezember unter 0 und bleibt bis 8. April, das sind 125 Tage, unter Null. Die geringste Temperatur fällt auf den 18. Januar mit —4,0. Die Temperatur der Basis wird vom Nullpunkt nicht erreicht. Die geringste Temperatur fällt auf den 25. Februar mit 1,4.

Die Kammtemperatur der 50 cm tief angelegten und mit der Erddecke von 80 cm versehenen Miethe tritt am 20. Dezember unter Null und verharrt bis 10. April, also 115 Tage, unter Null. Die geringste Temperatur am Kamm fiel auf den 16. Januar mit —4,4°. Die Temperatur der Basis sinkt bis auf 1,8°.

5. Der Versuch, Stroh auf Rüben aufzulegen und dann einzudecken, hatte sich im vergangenen Jahre ganz hervorragend bewährt. Die Miethe hatte die wärmste Kammtemperatur nachgewiesen. In wie ferne eine bloße Auflage von Stroh auf Miethen, die bereits mit 50 cm eingedeckt waren, sich verhalten würde, sollten die Versuche dieses Jahres darthun. Die Miethen wurden gleich bei ihrer Anlage mit Stroh zugedeckt. Die dabei verwendeten Schichten hatten die Mächtigkeit von 5, 10 und 15 cm.

Dekaden.	Horizontal.					
	Decke: 50 cm Erde und 5 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 10 cm Stroh.		Decke: 50 cm Erde und 15 cm. Stroh.	
	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
Novbr. 1.—10.	5,10	7,27	5,33	7,17	5,32	8,23
„ 11.—20.	1,65	6,08	1,88	6,21	2,02	7,77
„ 21.—30.	0,46	3,31	0,49	3,96	0,52	5,55
Dezbr. 1.—10.	—1,83	1,85	—1,66	2,78	—1,65	4,31
„ 11.—20.	—1,14	0,94	—1,05	1,81	—0,98	3,13
„ 21.—31.	—2,48	0,10	—2,56	0,94	—2,66	2,39
Januar 1.—10.	—1,22	0,02	—1,15	0,77	—0,85	2,19
„ 11.—20.	—4,01	—0,35	—3,44	0,40	—3,04	1,93
„ 21.—31.	—1,99	—0,76	—2,20	0,06	—2,67	1,30
Febr. 1.—10.	—0,70	—0,76	—0,84	0,05	—0,98	1,54
„ 11.—20.	—2,68	—0,56	—2,75	0,10	—2,70	1,78
„ 21.—28.	—1,20	—0,67	—1,51	—0,12	—1,77	1,40
März 1.—10.	—0,45	—0,54	—0,60	0,05	—0,76	1,62
„ 11.—20.	—2,36	—0,20	—1,74	0,25	—0,83	1,92
„ 21.—31.	—1,36	—0,20	—1,27	0,40	—1,72	1,93
April 1.—10.	0,29	0,11	0,37	0,62	—0,23	1,93
Mittel: 1. Novbr. bis 31. März	—1,01	1,03	—0,86	1,59	—0,86	3,20

Die Kammtemperaturen waren nahezu gleich; die Unterschiede traten in der Sohlentemperatur der Miethen auf. Die Miethe, welche eine Schichte von 10 cm Stroh erhielt, war um 0,56° R., und die Miethe, welche 15 cm Stroh erhielt, um 2,17° R. wärmer als die mit der Schichte von 5 cm Stroh eingedeckte Miethe.

Bei dem Vergleiche der Temperaturen dieser Miethen mit jener der horizontal angelegten Miethe mit 80 cm Erddecke stellt es sich heraus, daß das Stroh gegen das Eindringen der Kälte in der Außenauflage nur wenig gewirkt hat. Der Frost drang in diese Miethen zuerst ein und erreichte hierselbst die größten Minimaltemperaturen. Wir finden bei allen drei Miethen schon am 3. Dezember die Frosttemperatur vor. Dieselbe steigerte sich am 6. Dezember, also schon nach dem 3. Tage, auf —4,2, —3,6 und —4,0° R. Am 16. Dezember zeigt die Miethe mit 5 cm Stroheindeckung —6,8, mit 10 cm Stroheindeckung —5,6, mit 15 cm Stroheindeckung —4,9° R. Der Frost verblieb in diesen Miethen während der ganzen

Versuchsdauer und wich aus denselben erst am 5., beziehungsweise 8. April. Er hatte in diesen Miethen durch 124, beziehungsweise 127 Tage (Miethe mit 15 cm Strohdecke), also am längsten von allen Miethen geweilt.

Bei der Stroheindeckung von 5 cm Stärke hat der Frost die Basis der Miethe am 25. Dezember erreicht; von dieser Zeit an verblieb er mit geringen Abweichungen bis zum 4. April. Den tiefsten Stand erreichte die Temperatur daselbst am 1. und 2. Februar mit —0,9° R.

Nach der beobachteten Zeit verharrte der Frost an der Miethenbasis durch 101 Tage.

Die Basis der Miethe mit 10 cm Stroheindeckung erreichte der Frost am 22. Januar. Von da an wechselte die Temperatur zwischen 0,1 und —0,2 bis 1. März. Es darf angenommen werden, daß eine dem Frostpunkte im Mittel gleichkommende Temperatur durch 39 Tage in der Miethenbasis geweilt hat.

Bei der Strohauflage in der Mächtigkeit von 15 cm Stärke war der Frost bis zur Basis der Miethe nicht gedrungen. Die niedrigste Temperatur wurde am 24. Februar mit 1,1 ° R. beobachtet.

Die Strohauflage verlieh den Miethen nicht den erforderlichen Schutz gegenüber dem Eindringen des Frostes in den Kamm. Der erreichte Vortheil beschränkte sich nur auf die Basis der Miethe, respektive die der Basis zunächst liegenden Miethenparthien.

6. Ueber den **Einfluß der Düngerauflage,** die gleichzeitig mit der Anlage der Miethen in den verschiedenen Stärken von 10, 15 und 20 cm stattgefunden hatte, liegen die folgenden Ergebnisse vor. Vorausgesendet sei, daß die Miethen horizontal veranlagt waren und eine Schichte von 50 cm Erde erhielten, auf welche der Dünger aufgelegt wurde.

Dekaden.		10 cm Dünger.		15 cm Dünger.		20 cm Dünger.	
		Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
Novbr.	1.—10.	4,85	7,10	4,93	7,20	5,42	6,73
„	11.—20.	3,55	6,86	3,46	6,77	4,63	6,20
„	21.—30.	2,25	4,84	2,53	4,72	3,87	4,52
Dezbr.	1.—10.	1,03	3,85	1,20	3,72	2,76	3,39
„	11.—20.	0,18	2,54	0,32	2,41	1,71	2,05
„	21.—31.	0,01	2,15	0,20	2,09	1,14	1,45
Januar	1.—10.	—0,16	2,08	0,16	1,73	1,02	1,11



Dekaden.	10 cm Dünger.		15 cm Dünger.		20 cm Dünger.	
	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
Januar 11.—20.	—0,33	2,13	—0,01	1,56	0,91	0,95
„ 21.—31.	—0,90	2,09	—0,09	1,29	0,79	0,79
Februar 1.—10.	—0,67	1,55	—0,20	1,14	0,61	0,50
„ 11.—20.	—1,15	1,40	—0,29	1,06	0,62	0,36
„ 21.—28.	—1,31	1,17	—0,47	0,91	0,60	0,30
März 1.—10.	—0,66	1,28	—0,19	0,91	0,67	0,32
„ 11.—20.	—0,64	1,29	—0,14	0,83	0,79	0,31
„ 21.—31.	—1,04	1,06	—0,41	0,81	0,70	0,37
April 1.—10.	—0,57	0,99	—0,20	0,80	0,48	0,34
Mittel: 1. Novbr. bis 31. März	**0,33**	**2,76**	**0,73**	**2,48**	**1,75**	**1,96**

Nach den erhaltenen Mitteln betrugen die Temperaturen bei den Miethen mit der . . . . 10 15 20 cm

starken Düngerschichte

	10	15	20 cm
am Kamm	0,33	0,73	1,75° R.
an der Basis	2,76	2,48	1,96° „.

Die Miethen mit 15 und 20 cm Düngerauflage verhielten sich gegenüber der Miethe mit 10 cm Düngerauflage verschieden. Die Differenzen betrugen:

am Kamm	+ 0,40	+ 1,42
an der Basis	— 0,28	— 0,80.

Das Plus an Dünger hatte daher nur den Kamm mehr erwärmt; auf der Basis der Miethe bewirkte dasselbe eine geringere Temperatur. Da jedoch der Zweck des Düngers ist, die Miethe vor dem Eindringen der Frosttemperatur zu schützen, so wird es sich des Weiteren darum handeln, zu untersuchen, in wie weit und in welcher Dauer Abkühlungen der einzelnen Miethen unter Null stattgefunden haben.

Bei der Miethe mit 10 cm Düngerauflage trat am Kamm der Nullpunkt am 25. Dezember auf. Von diesem Zeitpunkt an verringerte sich die Temperatur immer mehr, erreichte am 29. Januar —1,2, am 19. Februar —1,8 und stieg dann bis 10. April auf —0,4° R., an welchem Tage der Versuch geschlossen wurde. Die Dauer, während welcher der Frost in der Miethe am Kamm weilte, betrug 107 Tage. Nach der Basis der

Miethe war der Frost nicht gedrungen. Die kleinste daselbst beobachtete Temperatur war 1,0° R.

Bei der Miethe mit 15 cm Düngerauflage wurde die erste Minustemperatur am 14. Januar wahrgenommen. Von diesem Zeitpunkt an verblieb der Frost in der Miethe, erlangte am 22. Februar das Minimum von —0,8° R. und stieg allmählich bis 10. April auf —0,2. Die Dauer, während welcher der Frost in der Miethe weilte, betrug 87 Tage. Die niedrigste Temperatur der Basis war am 29. März mit + 0,7° notirt.

In die Miethe mit 20 cm Düngerauflage war der Frost nicht gedrungen. Die Minimaltemperatur am Kamm betrug 0,6, auf der Basis 0,3° R.

Für den Schutz gegen die Winterkälte 1882—83 hat sich daher nur die Düngerschichte von 20 cm Stärke als ausreichend erwiesen.

7. Fabriksrüben werden bekanntlich anders eingemiethet als Rüben, welche im folgenden Jahre für die Samenzucht verwendet werden. Bei der Einmiethung der Fabriksrüben ist der Vorgang der, daß die Rüben auf die Stelle, wo die Miethe errichtet wird, ausgeschüttet, und nach Herstellung der Pyramidenform in ihren äußeren Begrenzungen mit Erde zugeworfen werden. Die Samenrüben werden jedoch in Schichten horizontal eingelagert; außerdem wird innerhalb der Schichte eine Samenrübe von der nächstliegenden durch Erde getrennt. Bei der Einmiethung der Fabriksrüben findet eine Aneinanderlegung der Rüben statt, bei der Einmiethung der Samenrüben wird jede gegenseitige Berührung vermieden. Bei der Miethe mit Fabriksrüben besteht der Mietheninhalt im Wesentlichen aus Rüben und Luft; bei der Samenrübenmiethe jedoch aus Rüben und Erde. Es wird sich daher in der nachfolgenden Untersuchung um die Beantwortung der Frage handeln, in welcher Weise die hier geschilderten Unterschiede der Einmiethung auf die Temperatur der Miethen einwirken.

Zu diesem Behufe wurde eine Miethe mit Samenrüben horizontal angelegt und mit 100 cm Erde eingedeckt; eine zweite Miethe wurde 10 cm tief gelegt und mit 115 cm Erde bedeckt; eine dritte Miethe wurde 25 cm vertieft gelegt und mit 130 cm Erde bedeckt. Die Resultate dieser Beobachtungen, nach Dekaden zusammengestellt, folgen in der Anlage. Zum besseren Vergleiche seien noch die Temperaturverhältnisse der horizontal angelegten Miethe mit 100 cm Erddecke, bei welcher aber Fabriksrüben eingelagert waren, mit angeführt.

Dekaden.		Samenrüben.						Fabriksrüben.	
		horizontal Decke: 100 cm Erde.		10 cm vertieft Decke: 115 cm Erde.		25 cm vertieft Decke: 130 cm Erde.		horizontal. Decke: 100 cm Erde.	
		Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
November	1.—10.	5,03	6,48	5,29	6,18	5,22	5,98	5,20	7,08
„	11.—20.	2,80	5,42	3,66	5,54	4,40	5,64	2,41	6,48
„	21.—30.	0,80	3,06	2,23	3,46	2,70	3,72	0,89	4,20
Dezember	1.—10.	0,15	2,04	1,55	2,59	1,87	2,82	0,13	3,24
„	11.—20.	—0,21	1,19	0,87	1,64	1,16	1,97	—0,30	2,28
„	21.—31.	—1,62	0,74	0,52	1,14	0,86	1,51	—1,53	1,83
Januar . .	1.—10.	—0,42	0,25	0,22	0,98	0,60	1,27	—0,75	1,64
„	11.—20.	—2,32	0,11	0,00	0,73	0,46	1,19	—1,57	1,74
„	21.—31.	—1,88	—0,28	—0,35	0,26	0,22	0,95	—1,75	1,08
Februar .	1.—10.	—0,83	—0,65	—0,15	0,20	0,13	0,74	—0,91	0,95
„	11.—20.	—0,81	—0,29	—0,30	0,20	0,15	0,68	—1,50	1,08
„	21.—28.	—0,88	—0,20	—0,53	0,20	—0,09	0,55	—1,27	0,82
März . .	1.—10.	—0,30	—0,13	—0,18	0,24	—0,01	0,57	—0,51	0,91
„	11.—20.	—0,19	—0,01	—0,05	0,40	0,20	0,80	—0,26	1,26
„	21.—31.	—0,65	0,00	—0,25	0,38	0,07	0,71	—0,82	1,22
April . .	1.—10.	—0,08	0,00	—0,10	0,36	0,13	0,64	—0,40	1,21
Mittel: 1. November bis 31. März		**—0,12**	**1,18**	**0,83**	**1,61**	**1,20**	**1,94**	**—0,17**	**2,37**

Die Miethe mit Fabriksrüben war am Kamm etwas kälter wie die gleichartig angelegte Miethe mit Samenrüben, dagegen erheblich wärmer an der Basis. Dieselbe war an dieser Stelle selbst wärmer wie die vertieft angelegten und mit 130 cm Erde eingedeckten Samenrüben. Die Größe dieser Differenzen betrug:

	Miethen mit Samenrüben.			Miethe mit Fabriksrüben
Anlage:	horizontal	10 cm vertieft	25 cm vertieft	horizontal
Bedeckung: . . .	100	115	130	100
		cm Erde.		
Mittlere Temperatur des Kammes	—0,12	0,83	1,20	—0,17
„ „ der Basis .	1,18	1,61	1,94	2,37
+ gegenüber der Miethe mit den Fabriksrüben: Kamm	+0,05	+1,00	+1,37	
Basis	—1,19	—0,76	—0,43.	

Der Einfluß der bei den Samenrüben üblichen Einmiethung auf die

Temperaturabnahme wird noch besser veranschaulicht, wenn der Verlauf der Frostperioden, welche die Miethe heimgesucht haben, wie die Intensität des Frostes näher beleuchtet wird.

Bei der horizontal eingelagerten und mit 100 cm Erde bedeckten Samenrübenmiethe tritt am Kamm die Nulltemperatur am 6. Dezember ein, erniedrigt sich am 22. Dezember auf —2,8, am 18. Januar auf —3,5 und steigt erst auf +0,1 am 10. April. Der Frost hatte den Kamm durch 125 Tage beherrscht.

Auf der Basis findet sich der Nullpunkt bereits am 20. Januar; bis 2. Februar erniedrigt sich allmählich die Temperatur auf — 0,8 und erhebt sich langsam auf 0,0, welche Temperatur der Miethenbasis bis 10. April angehört. Die Basis der Miethe beharrte daher durch 81 Tage am Nullpunkt.

Wie verhielt sich dagegen die vollständig gleich veranlagte Miethe, bei welcher Fabriksrüben eingelagert waren?

Auf dem Kamm stellt sich der Frost am 5. Dezember ein und beharrt daselbst bis 7. April; im Ganzen genommen durch 124 Tage. Bei den auftretenden Kälteperioden wirkten jedoch die Kältepole nicht mit derselben Intensität. Am 23. Dezember sinkt die Temperatur auf —1,8°, am 19. Januar auf —2,4°, am 26. Januar auf —2,2°.

Auf der Basis finden wir keinen einzigen Frosttag. Die geringste beobachtete Temperatur betrug 0,8° R.

Die Unterschiede waren also gewaltiger Art. Die Samenrübenmiethe lag am Kamm durch 125 Tage im Frost und erfuhr eine Minimaltemperatur von —3,5°; auf der Basis befand sie sich durch 81 Tage im Froste und zeigte Temperaturen von —0,8. Die Fabriksrübenmiethe lag am Kamm zwar auch durch 124 Tage im Frost, ihre stärksten Kältepole reichen aber nur bis —2,4° R.; nach der Basis drang kein Frost und betrug das daselbst beobachtete Temperaturminimum 0,8°. Die Samenrübenmiethe war durch und durch gefroren, die Fabriksrübenmiethe nur in ihrer oberen Hälfte. Die zwischen den Fabriksrüben gelagerte Luft hat sich demgemäß als ein schlechterer Wärmeleiter als die Erde erwiesen, in welcher die Samenrüben gebettet waren. Wir werden daher die Samenrüben, wollen wir denselben den gleichen Schutz gegen die Frostwirkung wie den Fabriksrüben gewähren, tiefer legen und stärker eindecken müssen. Da beide Hülfsmittel in verschiedenem Grade bei den zwei

anderen Samenrüben-Miethen angewendet wurden, so wollen wir uns das Verhalten derselben etwas näher betrachten.

Die auf 10 cm Tiefe eingelagerte und mit 115 cm Erde eingedeckte Miethe mit Samenrüben besaß auf dem Kamm die durchschnittliche Temperatur von 0,83 und auf der Basis von 1,61° R. Der Nullpunkt am Kamm trifft viel später und zwar am 17. Januar ein. Die Miethe bleibt dann unter Null und erfährt ihre stärksten Abkühlungen am 27. Januar mit —0,6, 22. Februar mit —0,8 und 26. März mit —0,4° R. Der Frost währte bis zum 10. April, und hat den Kamm der Miethe durch 84 Tage beherrscht.

Die Basis der Miethe wird vom Froste nicht erreicht. Die kleinste beobachtete Temperatur beträgt 0,2.

Bei der auf 25 cm Tiefe eingelagerten und mit 130 cm Erde bedeckten Miethe erscheint der Frost am Kamm am 22. Februar, verweilt daselbst bis 7. März, kehrt wieder am 26. März in dieselbe ein und verbleibt dann bis 1. April, im Ganzen durch 21 Tage. Die geringste Temperatur war —0,2 am 23. Februar. Die Basis bleibt immer über Null. Die kleinste Temperatur war 0,4. Da die Dauer, während welcher der Frost anhielt, nur kurz und dessen Intensitätsgrad sehr klein war, so hat der Frost den Rüben nichts geschadet, und dürfte die hier selbst gewählte Einmiethungsart für Samenrüben für den Winter 1882 bis 1883 als vollständig ausreichend sich erwiesen haben.

Die früher durchsprochene Einmiethung mit 10 cm Tieflage und 115 cm Erddecke war entschieden besser wie die horizontale mit 100 cm Erddecke. Sie kann aber für den Schutz des Kammes nicht als genügend bezeichnet werden.

Jedenfalls hätte nach dem vorliegenden Resultate eine Erdschichte von 60—70 cm mit einer Düngerauflage von 20 cm genügt und den erwarteten Schutz gegen den Frost geboten. Diese Einmiethungsart hätte geringere Erdbewegungen erfordert und in ähnlicher Weise wie die Tieflage von 25 cm mit 130 cm Erddecke entsprochen.

8. Ueber die Temperaturverhältnisse der Erde als Mietheninhalt bei der Eindeckungsstärke von 100 cm giebt uns die nachstehende Zusammenstellung Aufschluß. Dieselbe erscheint begleitet von den Temperaturverhältnissen einer ganz analog horizontal angelegten, mit 100 cm eingedeckten und Fabriksrüben enthaltenden Miethe.

Dekaden.	Miethen-inhalt: Erde.		Miethen-inhalt: Fabriksrübe.		Dekaden.	Miethen-inhalt: Erde.		Miethen-inhalt: Fabriksrübe.	
	Horizontal. 100 cm Erddecke.					Horizontal. 100 cm Erddecke.			
	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.		Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
November 1.—10.	5,12	6,04	5,20	7,08	Februar 1.—10.	-0,86	0,13	-0,91	0,95
„ 11.—20.	2,31	5,02	2,41	6,48	„ 11.—20.	-1,93	-0,40	-1,50	1,08
„ 21.—30.	0,93	2,71	0,89	4,20	„ 21.—28.	-1,66	-0,56	-1,27	0,82
Dezember 1.—10.	-0,07	2,02	0,13	3,24	März 1.—10.	-0,72	0,07	-0,51	0,91
„ 11.—20.	-0,19	1,29	-0,30	2,28	„ 11.—20.	-0,67	0,19	-0,26	1,26
„ 21.—31.	-1,13	1,05	-1,53	1,83	„ 21.—31.	-1,32	-0,08	-0,82	1,22
Januar 1.—10.	-0,67	0,77	-0,75	1,64	April 1.—10.	-0,42	0,24	-0,40	1,21
„ 11.—20.	-2,41	0,13	-1,57	1,74	Mittel: 1. Novbr. bis 31. März.	-0,33	1,20	-0,17	2,37
„ 21.—31.	-1,77	-0,37	-1,75	1,08					

Die Erdmiethe ist auf den korrespondirenden Tiefen der gleichartig angelegten Rübenmiethe auffallend kälter; sie ist am Kamme um —0,16°, auf der Basis um 1,17° R. in der Temperatur niedriger. Sie zeigt fast analoge Wärmeverhältnisse mit der horizontal angelegten, auf 100 cm eingedeckten Samenrübenmiethe. An dieser betrug die Temperatur am Kamme —0,12, an der Basis 1,18° R. Nur scheint bei der aus reiner Erde hergestellten Miethe, nach dem beobachteten Verlauf der einzelnen Kälteperioden wie der aufgetretenen Temperaturminima zu urtheilen, der Grad der Abkühlung noch intensiver zu sein.

Nach den bestehenden Aufzeichnungen liegen uns für die einzelnen Kälteperioden folgende Temperaturminima vor:

Zur Zeit der Kälteperioden:	Bei der Erdmiethe.		Bei der Samenrübenmiethe.		Bei der Fabriksrübenmiethe.	
	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
1. vom 13.—24. November . .	0,8	2,3	0,5	2,6	0,8	3,7
2. „ 29. Nov.—10. Dez. . .	—0,6	1,2	—0,2	1,1	—0,3	2,2
3. „ 17.—28. Dezember . .	—0,7	0,9	—2,8	0,5	—1,8	1,5
4. „ 31. Dez.—19. Januar .	—4,0	—0,3	—2,9	—0,2	—2,4	1,1
5. „ 23.—28. Januar . . .	—2,7	—0,8	—2,9	—0,8	—2,2	0,8
6. „ 6.—20. Februar . . .	—3,2	—1,2	—1,1	—0,7	—2,2	0,8
7. „ 2.—26. März	—2,5	—0,3	—1,0	—0,2	—1,5	1,2
8. „ 29. März —1. April . .	—0,8	0,2	—0,4	0,0	—0,3	1,1

Die Erdmiethe vermochte sich am Kamme bis —4,0 abzukühlen, während die Samenrübenmiethe nur auf —2,9 und die Fabriksrüben-

miethe auf —2,4° R. sank. An der Basis war die niedrigste Temperatur bei der Erdmiethe —1,2, bei der Samenrübenmiethe —0,8, bei der Fabriksrübenmiethe 0,8.

Bei der Erdmiethe befand sich der Frostpunkt am Kamme der Miethe
vom 5. Dezember bis 10. April,
bei der Samenrübenmiethe vom 6. Dezember bis 9. April,
bei der Fabriksrübenmiethe vom 5. Dezember bis 8. April,
also bei allen durch eine gleiche Zahl von Tagen, dagegen verharrte der Frostpunkt in der Basis
bei der Erdmiethe vom . . . 16. Januar bis 28. März,
„ „ Samenrübenmiethe vom 20. „ „ 10. April und
„ „ Fabriksrübenmiethe an keinem Tage.

Wir sehen also, daß das Verhalten der Erdmiethe ziemlich ähnlich dem der Samenrübenmiethe war, und daß die Erde als solche den Frost besser durchleitet, länger beherbergt und größere Temperaturextreme aufweist als ein den Dimensionen nach gleich angelegter und mit Erde eingedeckter Rübenhaufen.

In Rekapitulation der im Jahre 1882—83 ausgeführten Versuche waren folgende Resultate für die Luft- und Bodentemperatur, wie für die Temperaturen der einzelnen Miethen erhalten worden:

	Morgens.	Mittags.	Mittel.
Mittlere Temperatur der Luft in der Höhe von 150 cm	—2,40	0,17	—1,08
Mittlere Temperatur des Bodens in der Tiefe von 40 cm			—0,34
dto. 50 „			0,11
dto. 60 „			0,26
dto. 80 „			0,72
dto. 100 „			1,78.

Veranlagung der Miethen.	Mittlere Temperatur der Miethen in °R. am Kamm.	auf der Basis.	im Mittel.
Horizontale Veranlagung und Erddecke von 60 cm	—0,28	1,53	0,62
„ „ „ „ „ 80 „	—0,27	1,74	0,73
„ „ „ „ „ 100 „	—0,17	2,37	1,10
Vertiefte Lage von 25 cm und 80 cm Erddecke	—0,33	3,17	1,42
„ „ „ 50 „ „ 80 „ „	—0,25	3,56	1,65
Horizont. Veranl., 50 cm Erddecke u. eine Strohschichte v. 5 cm	—1,01	1,03	0,01

Veranlagung der Miethen.	Mittlere Temperatur der Miethen in °R.		
	am Kamm.	auf der Basis.	im Mittel.
Horizont. Veranl., 50 cm Erddecke u. eine Strohschichte v. 10 cm	−0,86	1,59	0,36
„ „ 50 „ „ „ „ „ „ 15 „	−0,86	3,20	1,17
„ „ 50 „ „ „ „ Düngerauflage „ 10 „	0,33	2,76	1,54
„ „ 50 „ „ „ „ „ „ 15 „	0,73	2,48	1,60
„ „ 50 „ „ „ „ „ „ 20 „	1,75	1,96	1,87
Miethen mit Samenrüben:			
a. horizontal, 100 cm Erddecke	−0,12	1,18	0,53
b. 10 cm tief, 115 „ „	0,83	1,61	1,22
c. 25 „ „ 130 „ „	1,20	1,94	1,57
Miethe, horizontal, 100 cm Erddecke, als Mietheninhalt ist jedoch Erde verwendet	−0,33	1,20	0,43

In der **Reihenfolge der bewahrten höheren Temperatur** gruppiren sich die einzelnen Miethen nach den folgenden Mitteln:

		Mittel.
1.	Miethe, horizontal, 50 cm Erde, 20 cm Dünger . . .	1,87° R.
2.	„ 50 cm vertieft, 80 cm Erddecke	1,65° „
3.	„ horizontal, 50 cm Erde, 15 cm Dünger . . .	1,60° „
4.	„ mit Samenrüben, 25 cm vertieft, 130 cm Erddecke	1,57° „
5.	„ horizontal, 50 cm Erde, 10 cm Dünger . . .	1,54° „
6.	„ 25 cm vertieft, 80 cm Erddecke	1,42° „
7.	„ mit Samenrüben, 10 cm vertieft, 115 cm Erddecke	1,22° „
8.	„ horizontal, 50 cm Erde, 15 cm Stroh	1,17° „
9.	„ „ 100 cm Erddecke	1,10° „
10.	„ „ 80 cm Erddecke	0,73° „
11.	„ „ 60 cm Erddecke	0,62° „
12.	„ mit Samenrüben, horizontal, 100 cm Erddecke .	0,53° „
13.	„ mit Erde, horizontal, 100 cm Erddecke . . .	0,43° „
14.	„ horizontal, 50 cm Erde, 10 cm Stroh	0,36° „
15.	„ „ 50 cm Erde, 5 cm Stroh	0,01° „

Die Werthe dieser Mittel erfahren ihre ergänzende Beleuchtung, wenn zu denselben auch die Grade der vorgekommenen niedrigsten Temperaturen am Kamme und auf der Basis, wie die Zahl der Tage angegeben erscheinen, während welcher der Frost in den Miethen geweilt hat. Die nachstehenden Auszüge geben die diesbezügliche Auskunft.

	Beobachtete Minimaltemperatur		Zahl der Frosttage	
	am Kamme.	auf der Basis.	am Kamme.	auf der Basis.
1. Miethe, horizontal, 54 cm Erde, 20 cm Dünger	0,6	0,3	—	—
2. Miethe, 50 cm vertieft, 80 cm Erde	—4,4	1,8	115	—
3. „ horizontal, 50 cm Erde, 15 cm Dünger	—0,8	0,7	87	—

	Beobachtete Minimaltemperatur am Kamme.	auf der Basis.	Zahl der Frosttage am Kamme.	auf der Basis.
4. Miethe, Samenrüben, 25 cm vertieft, 130 cm Erde	—0,2	0,4	21	—
5. Miethe, horizontal, 50 cm Erde, 10 cm Dünger	—1,8	1,0	107	—
6. Miethe, 25 cm vertieft, 80 cm Erde	—4,0	1,4	125	—
7. „ Samenrüben, 10 cm vertieft, 115 cm Erde	—0,8	0,2	84	—
8. Miethe, horizontal, 50 cm Erde, 15 cm Stroh	—4,9	1,1	127	—
9. Miethe, horizontal, 100 cm Erde	—2,4	0,8	124	—
10. „ „ 80 „ „	—2,9	0,1	121	—
11. „ „ 60 „ „	—4,5	—0,2	121	43
12. „ Samenrüben, horizontal, 100 cm Erde	—3,5	—0,8	125	81
13. Miethe, Mietheninhalt Erde, horizontal, 100 cm Erde	—4,0	—1,2	127	72
14. Miethe, horizontal, 50 cm Erde, 10 cm Stroh	—5,6	—0,2	124	39
15. Miethe, horizontal, 50 cm Erde, 5 cm Stroh	—6,8	—0,9	124	101.

Völlig **frostfrei** blieb nur die horizontal angelegte Miethe mit der Erddecke von 50 cm Stärke und der Düngerschichte von 20 cm. Nahezu frostfrei erhielt sich die Miethe mit Samenrüben, welche 25 cm vertieft angelegt und mit 130 cm Erde bedeckt war. Die anderen Miethen wurden alle mehr oder minder vom Froste durchdrungen.

Die größten Temperaturerniedrigungen hatten die horizontal angelegten Miethen erfahren, und von diesen wieder jene, welche auf der schwachen Erddecke von 50 cm eine Auflage von Stroh erhielten. Diesen folgten die reinen Erdeindeckungen, und an diese schlossen sich die Miethen, bei welchen Düngerschichten von 10 und 15 cm auf die bereits gegebene Erddecke aufgelegt wurden.

Die vertiefte Anlage der Miethen hatte nur den unteren Theil der Miethen vor dem Eindringen des Frostes zu schützen vermocht. Für das Eindringen des Frostes in den Kamm der Miethe entschied daher nicht die vertiefte Anlage, sondern die Art der angewendeten Eindeckung.

Die für Samenrüben befolgte Methode der Ueberwinterung in der Zwischenlagerung mit Erde hatte unverhältnißmäßige Temperaturerniedrigungen nach sich gezogen. Derlei Miethen waren viel kälter als Miethen, bei welchen die Rüben nach Art der Fabriksrüben in die Miethe geschüttet wurden. Sie hatten dagegen ziemlich übereinstimmende Resultate mit der Miethe ergeben, deren Mietheninhalt aus Erde bestand.

Nach den erhaltenen Temperaturen der einzelnen Miethen erscheint der Schluß sehr nahe liegend, daß jene Miethen, welche von stärkeren Frostgraden betroffen wurden und durch eine längere Dauer unter dem

Nullpunkt sich befanden, auch die größeren Verluste an Rüben nachweisen werden.

Diese Voraussetzung ist nicht ganz zutreffend. Denn nach derselben müßte die Größe der Verlustzahlen, respektive das Gewicht der schlechten Rüben im Frühjahre, am größten bei der Miethe mit der Zahl 15, also bei der mit 5 cm Stroh eingedeckten Miethe sein, und sich allmählich in dem Maße bis zu der mit Nr. 1 bezeichneten und mit 20 cm Dünger eingedeckten Miethe verringern. Nach den im Frühjahre bei der Ausmiethung der Rüben vorgenommenen Wägungen war das Gewicht der schlechten Rüben in einer anderen Reihenfolge ausgefallen. Es betrug bei den Miethen:

	Das Gewicht in Zollcentner an guten Rüben.	an schlechten Rüben.	in Summa der Miethen-inhalt.	und daher Prozente schlechter Rüben.
horizontal, 60 cm Erddecke . . .	9,76	3,90	13,66	28,2
„ 80 „ „ . . .	9,95	2,70	12,65	21,3
„ 100 „ „ . . .	10,89	1,89	12,78	14,0
„ 50 „ Erde, 5 cm Stroh	10,29	2,01	12,30	16,3
„ 50 „ „ 10 „ „	11,52	0,83	12,35	6,7
„ 50 „ „ 15 „ „	11,04	0,02	11,06	0,2
„ 50 „ „ 10 „ Dünger	12,46	0,21	12,67	1,6
„ 50 „ „ 15 „ „	12,29	0,51	12,80	3,9
„ 50 „ „ 20 „ „	11,42	0,40	11,83	3,3
25 cm vertieft, 80 cm Erddecke .	18,15	1,49	19,64	7,6
50 „ „ 80 „ „ .	28,20	1,51	29,71	5,1.

Nach den oben erhaltenen Gewichtsbestimmungen stehen die kleinsten Verluste allerdings bei den mit Dünger eingedeckten Rüben; dieselben sind aber auch bei den Eindeckungen mit 10 und 15 cm Stroh zu finden, und weist gerade die Miethe mit 15 cm Stroheindeckung, bei welcher der Kamm durch 127 Tage in der Frosttemperatur sich befand und in welcher ein Minimum von —4,9 beobachtet wurde, die kleinste Ziffer an schlechten Rüben mit 0,2 % nach.

Die größten Prozentzahlen durch Frost verdorbener Rüben zeigen die horizontal angelegten und nur mit Erde eingedeckten Miethen, und unter diesen wieder die schwachen Eindeckungen die größeren und die stärkeren Eindeckungen die kleineren Verlustziffern. Sie betragen bei den mit 60, 80 und 100 cm Erde eingedeckten Miethen 28,2, 21,3 und 14,0 %. Eine ähnliche Verlustziffer enthält die mit 50 cm und 5 cm Stroh bedeckte Miethe. Sie beträgt 16,3 %. Erheblich geringer gestalten sich die Verlustprozente bei den vertieft angelegten Miethen, bei denen die Erddecke 100 cm betrug. Bei der auf 25 cm vertieft angelegten Miethe erreicht sie die Höhe von 7,6 und bei der Miethe, bei welcher die Sohle der Miethe 40 cm unter dem Niveau des Bodens angelegt wurde, nur 5,1 %.

Die Untersuchungen zeigen also, daß nicht nur die beobachteten Temperaturgrade, sondern auch noch andere Faktoren, wie die Art des verwendeten Eindeckungsmaterials und die Tiefe der Veranlagung für die

Konservirung der Wurzelfrüchte über Winter in Miethen ihren Einfluß üben, und daß gerade die beiden letztgenannten Faktoren entscheidend für die günstige Aufbewahrung der Rüben aufgetreten waren.

Wir dürfen daher als Ergebniß dieser Untersuchungen hervorheben, daß die horizontal angelegten und nur mit Erde eingedeckten Wurzelfrüchte in strengen Wintern die größten Verluste durch Frost zu erleiden scheinen; daß diese sich erheblich verringern, wenn die Veranlagung der Miethen vertieft unter dem Niveau des Bodens erfolgt, und am kleinsten bei den Miethen ausfallen, wo neben Erde noch der genügende Schutz mit Stroh oder Dünger gegeben wird.

Versuchsjahr 1883—84.

Im vergangenen Jahre wurde der Versuch gemacht, zu prüfen, wie sich ein eingemietheter Rübenhaufe in Hinsicht des Eindringens der Wintertemperatur gegenüber einem den Dimensionen nach in gleicher Weise eingemietheten Erdhaufen verhalte, und die Unterschiede der hierbei aufgetretenen Temperaturen festgestellt.

In diesem Jahre wurde dieser Versuch wiederholt, und insofern erweitert, als auch der Einfluß der Größe, respektive des Gewichtes der Rübe auf die Wärmeverhältnisse der Miethe in den Kreis der Untersuchung mit einbezogen wurde. Dementsprechend erhielt:

eine Miethe als Mietheninhalt kleine Rüben von dem durchschnittlichen Gewichte von 100 Gramm;

die zweite Miethe erhielt Zuckerrüben von dem mittleren Gewichte von 500 Gramm;

die dritte Miethe erhielt Zuckerrüben von dem wechselnden Gewichte von 1500—3000 Gramm;

die vierte Miethe war eine Erdmiethe.

Für sämmtliche dieser Miethen war die Tiefe von 25 cm mit der Erddecke von 100 cm angewendet worden.

Miethe 5 und 6 waren 25 cm vertieft angelegt und erhielten als Mietheninhalt Zuckerrüben von dem mittleren Gewichte von 500 Gramm. Der Unterschied lag jedoch darin, daß Miethe 5 eine Eindeckung von 30 cm Erde, 20 cm Stroh und 30 cm Erde, Miethe 6 50 cm Erde und 30 cm Torf erhielt.

Miethe 7 war 60 cm tief angelegt und mit der Erddecke von 80 cm versehen.

Miethe 8 war 70 cm tief angelegt und erhielt eine Erddecke von 50 cm.

Die anderen die Durchführung der Versuche betreffenden Details waren analog den vorhergegangenen Versuchsjahren zur Ausführung gebracht worden. Die Beobachtungen begannen am 1. November und endeten am 25. März. Für Miethe Nr. 8 schließen dieselben mit 10. Januar ab. Eindringendes Untergrundwasser hatte die Rüben zur Fäulniß gebracht und hiermit den Versuch vorzeitig geschlossen.

Der Verlauf der Versuche erscheint in den nachstehenden Tabellen aufgezeichnet.



Datum.	Temperatur der Luft in °R.			Temperatur des Bodens in der Tiefe von cm in °R.					Tem- vertieft: 25 cm. Kleine Rübe von 100 gr Gewicht. Decke: 100 cm Erde.		Zuckerrüben von 500 gr Gewicht. Decke: 100 cm Erde.	
	7 Uhr Morgens.	1 Uhr Mittags.	Mittel.	40	50	60	80	100	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
1. November	4,9	6,2	5,5	4,6	5,0	5,2	6,0	6,8	5,4	8,3	4,8	8,0
2. "	4,0	5,9	5,0	4,9	5,1	5,2	6,0	6,2	5,9	8,2	5,2	7,4
3. "	3,9	3,3	3,6	5,0	5,2	5,6	6,0	6,3	6,0	7,9	5,1	7,6
4. "	4,2	4,2	4,2	5,0	5,2	5,6	6,0	6,3	5,2	8,0	4,8	7,3
5. "	5,3	6,5	5,9	4,9	5,1	5,4	6,0	6,4	4,9	8,1	4,5	7,4
6. "	1,9	5,9	3,9	5,0	5,1	5,3	5,9	6,3	5,3	8,0	5,0	7,4
7. "	5,7	8,2	0,9	4,8	5,0	5,1	5,8	6,2	5,1	8,0	4,5	7,4
8. "	1,9	8,0	5,0	4,9	5,0	5,1	5,7	6,1	5,9	8,0	5,3	7,6
9. "	4,1	6,4	5,2	4,8	5,0	5,1	5,7	6,0	5,2	8,0	4,9	7,9
10. "	1,2	7,0	4,1	4,6	5,0	5,0	5,6	6,0	5,0	8,0	4,4	7,4
Mittel: 1.-10.	**3,71**	**6,16**	**4,93**	**4,85**	**5,07**	**5,26**	**5,89**	**6,26**	**5,39**	**8,05**	**4,85**	**7,53**
11. November	3,5	5,5	4,5	4,2	4,6	5,0	5,6	6,1	4,7	8,0	4,0	7,4
12. "	3,8	4,0	3,9	4,2	4,6	4,9	5,5	6,0	4,9	8,0	4,1	7,2
13. "	2,8	3,8	3,3	4,1	4,6	4,8	5,4	5,8	4,3	7,9	4,0	7,1
14. "	0,3	4,9	2,6	3,8	4,3	4,6	5,2	5,8	4,2	7,5	3,9	7,2
15. "	3,4	5,7	4,6	3,6	4,0	4,2	5,1	5,7	4,1	7,5	3,8	7,0
16. "	1,6	2,6	2,1	3,4	4,0	4,1	5,0	5,6	4,2	7,3	3,7	7,2
17. "	1,0	2,6	1,8	3,3	3,9	4,0	4,9	5,4	4,1	7,2	3,5	6,9
18. "	-1,5	0,7	-0,4	3,0	3,7	3,8	4,8	5,2	4,0	7,2	3,2	6,7
19. "	3,0	4,0	3,5	2,8	3,3	3,7	4,6	5,0	3,6	7,1	3,0	6,7
20. "	3,6	4,9	4,2	3,0	3,4	3,7	4,4	5,0	3,7	7,0	3,1	6,8
Mittel: 11.-20.	**2,15**	**3,87**	**3,01**	**3,54**	**4,04**	**4,28**	**5,05**	**5,56**	**4,18**	**7,42**	**3,63**	**7,02**
21. November	3,0	3,5	3,2	2,9	3,2	3,7	4,4	5,0	3,7	7,0	3,2	6,4
22. "	2,7	5,7	4,2	3,0	3,3	3,7	4,2	4,9	3,6	7,0	3,2	6,4
23. "	2,4	6,1	4,3	2,9	3,3	3,6	4,3	4,9	3,8	6,9	3,2	6,3
24. "	3,8	4,2	4,0	3,0	3,3	3,6	4,3	4,7	3,9	6,8	3,2	6,2
25. "	2,2	2,2	2,2	3,3	3,4	3,6	4,3	4,8	4,0	6,8	3,5	6,2
26. "	-0,3	2,5	1,1	2,8	3,2	3,3	4,1	4,6	4,0	6,8	3,3	6,1
27. "	0,6	1,8	1,2	2,4	3,0	3,1	4,0	4,6	3,8	6,8	2,9	6,0
28. "	4,5	5,4	5,0	2,1	2,8	2,9	3,8	4,5	3,5	6,8	2,7	6,3
29. "	2,9	4,6	3,7	2,9	3,0	3,1	3,6	4,3	3,4	6,8	2,9	6,1
30. "	3,5	5,2	4,4	3,1	3,2	3,2	3,7	4,3	3,7	6,8	3,3	6,1
Mittel: 21.-30.	**2,53**	**4,12**	**3,33**	**2,84**	**3,17**	**3,38**	**4,07**	**4,66**	**3,74**	**6,85**	**3,14**	**6,21**
Mittel: 1.-30. Novbr.	**2,79**	**4,71**	**3,76**	**3,74**	**4,09**	**4,31**	**5,00**	**5,49**	**4,43**	**7,46**	**3,87**	**6,92**

peratur der Miethen.

vertieft: 25 cm.						tief: 60 cm.				tief: 70 cm.	
Futterrüben v. 1500—3000 gr Gewicht. Decke: 100 cm Erde.		Zuckerrüben v. 500 gr Gew. Decke: 30 cm Erde, 20 cm Stroh, 30 cm Erde.		Zuckerrüben v. 500 gr Gew. Decke: 50 cm Erde, 30 cm Torf.		Zuckerrüben von 500 gr Gewicht. Decke: 80 cm Erde.		Erdmiethe.		Zuckerrüben v. 500 gr Gewicht in Untergrundwasser. Decke: 50 cm Erde.	
Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
4,3	7,4	4,3	7,1	5,2	7,2	6,0	8,1	4,5	4,2	5,3	8,4
4,8	7,2	5,0	6,9	5,4	7,0	6,6	7,9	4,7	4,7	6,1	8,2
4,9	7,2	5,0	6,7	5,3	6,5	6,8	7,6	4,8	3,9	6,4	8,0
4,5	7,2	4,8	6,8	5,3	7,0	6,7	7,8	4,2	5,2	6,0	8,1
4,2	7,2	4,4	6,9	5,2	7,0	6,2	7,8	4,0	5,3	5,9	8,2
4,6	7,2	4,8	7,0	5,3	7,0	6,7	7,6	4,4	5,3	6,0	8,1
4,3	7,2	4,6	7,0	5,4	7,0	6,3	7,8	4,2	5,4	6,0	8,1
4,7	7,2	5,2	7,0	5,7	7,0	6,8	7,5	4,9	5,4	6,2	8,0
4,2	7,1	4,8	7,0	5,1	6,9	6,5	7,8	4,2	5,4	5,6	8,0
3,7	7,2	4,3	7,0	4,9	7,0	5,4	7,4	3,8	5,7	5,2	8,0
4,42	**7,21**	**4,72**	**6,94**	**5,28**	**6,96**	**6,40**	**7,78**	**4,37**	**5,05**	**5,87**	**8,11**
3,2	7,2	4,0	6,9	4,8	7,6	5,2	7,5	3,7	5,5	5,0	8,0
3,9	7,0	4,1	7,0	4,9	6,8	5,1	7,2	4,0	5,2	5,1	7,9
3,3	7,0	3,8	6,6	4,6	6,7	5,2	7,3	3,4	5,0	5,0	7,4
3,5	7,4	4,0	6,5	4,2	6,5	5,0	7,2	2,6	5,6	4,2	7,4
3,4	6,8	4,7	6,6	3,2	6,1	5,4	7,2	2,0	4,8	3,8	7,0
3,5	6,5	4,4	6,5	3,6	6,2	5,0	7,2	2,6	4,2	4,0	7,1
3,3	6,3	4,3	6,2	3,5	6,2	5,0	7,1	2,4	4,1	4,2	7,0
3,2	6,4	4,6	6,2	3,5	5,9	5,1	7,1	2,5	4,0	4,2	6,8
2,9	6,3	4,5	6,3	3,6	5,7	5,1	7,1	2,5	4,1	4,2	6,6
2,9	6,2	4,8	6,1	3,8	5,4	5,1	7,0	2,5	4,0	4,1	6,8
3,31	**6,71**	**4,32**	**6,49**	**3,97**	**6,31**	**5,12**	**7,19**	**2,82**	**4,65**	**4,38**	**7,20**
2,9	6,3	4,4	6,2	3,7	5,7	4,8	6,8	2,8	4,0	4,2	6,5
3,0	6,2	4,7	6,2	3,8	5,6	4,9	6,2	2,9	3,9	4,4	6,5
3,0	6,1	4,8	6,2	3,9	5,7	4,9	6,6	2,9	3,9	4,3	6,4
2,9	6,2	4,9	6,2	3,7	5,6	4,7	6,7	3,0	4,0	4,3	6,3
3,2	6,1	4,9	6,2	3,9	5,6	4,8	6,5	3,2	4,0	4,4	6,3
3,4	5,9	5,0	6,1	4,2	5,7	5,0	6,7	3,2	4,2	4,5	6,3
3,1	5,8	5,1	6,0	4,2	5,4	5,0	6,8	3,1	4,0	4,3	6,2
2,8	5,9	5,0	6,2	4,0	5,4	4,9	6,7	2,9	4,1	4,2	6,3
2,7	5,8	5,0	6,2	3,9	5,5	4,4	6,3	2,9	4,7	4,2	6,2
2,9	5,9	5,0	6,1	4,2	5,4	4,7	6,2	3,4	4,3	4,3	6,1
2,99	**6,02**	**4,88**	**6,16**	**3,95**	**5,56**	**4,81**	**6,61**	**3,03**	**4,11**	**4,31**	**6,31**
3,57	**6,64**	**4,64**	**6,53**	**4,44**	**6,27**	**5,44**	**7,17**	**3,40**	**4,60**	**4,85**	**7,20**

Datum.	Temperatur der Luft in °R.			Temperatur des Bodens in der Tiefe von cm in °R.					Tem- vertieft: 25 cm.			
									Kleine Rübe von 100 gr Gewicht. Decke: 100 cm Erde.		Zuckerrüben von 500 gr Gewicht. Decke: 100 cm Erde.	
	7 Uhr Morgens.	1 Uhr Mittags.	Mittel.	40	50	60	80	100	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
1. Dezember	5,0	5,3	5,1	3,4	3,5	3,6	4,0	4,4	4,0	6,3	3,4	6,0
2. "	1,8	2,9	2,4	3,4	3,7	3,7	4,0	4,5	4,2	6,2	3,8	6,0
3. "	1,5	2,1	1,8	2,7	3,1	3,2	3,9	4,3	4,2	6,2	3,7	5,9
4. "	1,9	2,1	2,0	2,7	3,0	3,0	3,9	4,3	4,0	6,4	3,2	6,0
5. "	-1,8	-1,3	-1,6	2,0	2,8	2,8	3,8	4,2	3,8	6,7	3,0	6,0
6. "	-3,0	0,6	-1,2	1,8	2,4	2,7	3,8	4,0	3,6	6,6	3,2	6,0
7. "	-3,2	-1,0	-2,1	1,8	2,4	2,5	3,6	4,0	3,1	6,4	2,6	6,0
8. "	-0,5	-0,2	-0,3	1,7	2,1	2,2	3,3	3,8	2,8	6,2	2,2	5,9
9. "	0,5	1,1	0,8	1,6	2,0	2,1	3,1	3,8	2,7	6,1	1,9	5,9
10. "	1,1	1,7	1,4	1,5	1,9	2,0	3,0	3,7	2,5	6,0	1,9	5,7
Mittel: 1.–10.	**0,33**	**1,33**	**0,83**	**2,26**	**2,69**	**2,78**	**3,64**	**4,10**	**3,49**	**6,31**	**2,89**	**5,94**
11. Dezember	-0,5	-0,3	-0,4	1,0	1,8	1,9	2,9	3,4	2,2	6,6	1,7	5,5
12. "	-0,9	0,4	-0,6	1,0	1,8	1,9	3,0	3,4	2,2	6,0	1,8	5,3
13. "	0,4	1,1	0,7	1,0	1,7	1,9	2,8	3,2	2,2	5,9	1,6	5,5
14. "	1,4	2,0	1,7	1,0	1,6	1,8	2,7	3,0	2,2	5,8	1,5	5,4
15. "	3,3	3,3	3,3	1,6	1,7	1,8	2,5	3,1	2,0	5,3	1,4	4,9
16. "	1,9	2,5	2,7	1,9	2,0	2,1	2,5	3,0	2,1	5,2	1,9	5,0
17. "	1,8	1,7	1,8	1,7	2,0	2,1	2,7	3,2	2,3	5,3	2,0	5,0
18. "	-0,3	-0,2	-0,2	1,5	1,8	1,9	2,7	3,2	2,4	5,2	1,8	5,0
19. "	-2,5	-1,1	-1,8	1,2	1,7	1,8	2,6	3,0	2,2	5,1	1,7	4,9
20. "	-0,4	1,5	0,6	1,1	1,6	1,9	2,6	3,0	2,1	5,3	1,8	4,8
Mittel: 11.-20.	**0,42**	**1,11**	**0,74**	**1,30**	**1,77**	**1,91**	**2,70**	**3,15**	**2,19**	**5,51**	**1,72**	**5,13**
21. Dezember	-0,9	1,5	0,3	1,0	1,5	1,7	2,5	3,0	2,0	5,0	1,6	4,9
22. "	1,0	2,0	1,5	0,9	1,3	1,6	2,4	2,9	2,0	5,0	1,4	4,9
23. "	4,3	3,6	4,0	1,2	1,3	1,7	2,1	2,9	1,9	4,9	1,4	4,8
24. "	1,8	2,8	2,3	1,6	1,7	1,9	2,1	2,8	2,0	5,0	1,5	4,6
25. "	0,8	2,7	1,7	1,4	1,8	2,0	2,2	2,8	2,3	4,9	1,8	4,6
26. "	1,5	2,3	1,9	1,4	1,6	1,9	2,1	2,9	2,3	4,9	1,8	4,6
27. "	1,8	3,5	2,1	1,5	1,7	1,9	2,2	2,9	2,3	5,0	1,9	4,4
28. "	1,9	2,0	2,0	1,8	1,9	2,0	2,1	2,9	2,3	5,0	2,0	4,3
29. "	0,3	1,4	0,8	1,7	1,7	1,9	2,2	2,9	2,5	4,9	2,0	4,2
30. "	-1,1	-1,3	-1,2	1,4	1,7	1,8	2,2	2,8	2,4	5,0	1,8	4,1
31. "	-3,3	-2,6	-2,9	1,1	1,4	1,6	2,1	2,9	2,2	4,9	1,6	4,3
Mittel: 21.-31.	**0,74**	**1,53**	**1,14**	**1,36**	**1,60**	**1,82**	**2,20**	**2,88**	**2,20**	**4,96**	**1,71**	**4,52**
Mittel: 1.–31. Dez.	**0,49**	**1,32**	**0,90**	**1,64**	**2,02**	**2,17**	**2,85**	**3,38**	**2,63**	**5,59**	**2,11**	**5,20**

peratur der Miethen.

vertieft: 25 cm.						tief: 60 cm.		Erdmiethe.		tief: 70 cm.	
Futterrüben v. 1500—3000 gr Gewicht. Decke: 100 cm Erde.		Zuckerrüben v. 500 gr Gew. Decke: 30 cm Erde, 20 cm Stroh, 30 cm Erde.		Zuckerrüben v. 500 gr Gew. Decke: 50 cm Erde, 30 cm Torf.		Zuckerrüben von 500 gr Gewicht. Decke: 80 cm Erde.				Zuckerrüben v. 500 gr Gewicht in Untergrundwasser. Decke: 50 cm Erde.	
Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
3,0	5,6	5,0	6,2	4,0	5,4	4,5	6,2	3,4	3,8	4,5	6,0
3,3	5,5	5,1	6,0	4,2	5,4	4,8	6,2	3,8	4,0	4,9	6,0
3,2	5,7	5,0	6,1	4,3	5,3	4,7	6,1	3,7	4,0	4,8	6,0
3,0	5,6	5,0	6,1	4,0	5,3	4,8	6,1	3,4	4,2	4,5	6,0
3,0	5,7	5,3	6,2	4,0	5,3	4,8	6,1	3,0	4,1	4,4	6,0
2,5	5,7	5,1	6,1	3,9	5,1	4,7	6,1	2,9	4,0	4,0	5,8
2,2	5,5	5,0	6,1	3,7	5,0	4,5	6,1	2,7	4,0	3,9	5,8
2,0	5,5	4,9	6,0	3,7	5,1	4,2	6,0	2,4	3,8	3,8	5,7
1,9	5,3	4,7	6,0	3,3	5,1	3,9	6,0	2,1	3,7	3,8	5,2
1,9	5,2	4,7	6,0	3,2	5,1	4,0	6,0	2,0	3,6	3,7	4,6
2,60	**5,53**	**4,98**	**6,08**	**3,83**	**5,21**	**4,49**	**6,08**	**2,94**	**3,92**	**4,23**	**5,71**
1,8	5,1	4,8	6,0	3,6	5,1	3,9	5,9	2,1	3,2	3,4	4,7
1,8	5,0	4,8	6,0	3,5	5,1	3,8	5,9	2,1	3,2	3,4	4,6
1,6	5,0	4,5	6,0	3,1	5,0	3,7	5,9	1,9	3,0	3,2	4,4
1,5	5,0	4,5	6,0	3,0	5,0	3,6	5,8	1,8	3,0	3,2	4,4
1,3	4,8	4,1	6,0	3,1	4,8	3,1	5,2	1,7	2,8	3,1	3,9
1,6	4,6	4,2	5,9	3,1	4,8	3,0	5,3	2,1	2,9	3,3	3,8
1,7	4,8	4,2	6,0	3,1	4,8	3,2	5,3	2,1	2,9	3,4	3,9
1,8	4,6	4,4	5,8	3,4	4,7	3,3	5,0	2,2	2,9	3,3	3,9
1,7	4,6	4,1	5,8	3,0	4,6	3,1	4,9	2,0	2,9	3,2	3,8
1,5	4,6	4,1	5,7	3,2	4,5	3,0	4,8	2,0	2,9	3,1	3,7
1,63	**4,81**	**4,37**	**5,92**	**3,21**	**4,84**	**3,37**	**5,40**	**2,00**	**2,97**	**3,26**	**4,11**
1,3	4,6	4,1	5,8	3,0	4,3	3,1	4,7	1,9	2,9	3,0	3,8
1,3	4,7	4,0	5,8	3,0	4,4	3,0	4,7	1,9	2,9	3,0	3,9
1,2	4,5	4,0	5,6	2,9	4,3	3,0	4,6	1,8	2,8	2,9	3,8
1,4	4,2	4,1	5,4	3,0	4,1	2,9	4,2	2,0	2,9	2,7	3,7
1,7	4,4	4,0	5,3	3,0	4,2	2,8	4,2	2,4	2,6	2,8	3,6
1,7	4,3	4,0	5,3	3,0	4,1	2,9	4,0	2,1	2,6	2,8	3,7
1,6	4,3	4,1	5,4	3,0	4,0	2,9	4,0	2,0	2,7	2,9	3,8
1,8	4,3	4,0	5,4	3,0	4,0	2,9	4,0	2,3	2,8	2,9	3,8
1,8	4,3	4,0	5,4	3,0	4,1	2,8	4,2	2,4	2,7	3,0	3,8
1,8	4,3	4,0	5,1	3,0	4,0	2,9	4,1	2,3	2,6	3,0	3,8
1,4	4,3	3,8	5,2	3,0	4,0	2,8	4,1	2,1	2,6	3,0	3,7
1,55	**4,39**	**4,00**	**5,43**	**2,99**	**4,14**	**2,82**	**4,26**	**2,11**	**2,74**	**2,82**	**3,77**
1,93	**4,91**	**4,45**	**5,81**	**3,34**	**4,73**	**3,59**	**5,25**	**2,35**	**3,21**	**3,44**	**4,53**

Datum.	Temperatur der Luft in °R.			Temperatur des Bodens in der Tiefe von cm in °R.					Tem- vertieft: 25 cm. Kleine Rübe von 100 gr Gewicht. Decke: 100 cm Erde.		Zuckerrüben von 500 gr Gewicht. Decke: 100 cm Erde.	
	7 Uhr Morgens.	1 Uhr Mittags.	Mittel.	40	50	60	80	100	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
1. Januar	-3,1	-2,9	-3,0	1,0	1,2	1,4	2,1	2,8	2,0	5,0	1,3	4,3
2. „	-3,1	0,4	-1,3	0,8	1,2	1,1	1,8	2,8	1,8	4,9	1,1	4,3
3. „	-3,1	0,6	-1,3	0,7	1,0	1,1	1,8	2,6	1,6	4,9	0,9	4,4
4. „	-0,4	0,7	0,2	0,9	1,2	1,2	1,6	2,6	1,4	4,9	0,8	4,2
5. „	-7,2	-2,9	-5,1	0,6	0,8	1,1	1,6	2,4	1,4	4,8	0,8	4,2
6. „	-6,5	-2,8	-4,6	0,5	0,8	1,0	1,4	2,3	1,4	4,8	0,8	4,2
7. „	2,5	3,1	2,8	0,7	0,8	1,0	1,5	2,2	1,3	4,6	0,7	4,2
8. „	-0,1	-0,1	-0,1	0,5	0,7	0,9	1,3	2,2	1,2	4,6	0,5	3,8
9. „	-2,8	-1,6	-2,2	0,4	0,5	0,9	1,2	2,0	1,4	4,5	0,7	4,0
10. „	1,5	3,1	2,3	0,4	0,6	0,9	1,2	2,1	1,2	4,4	0,6	3,9
Mittel: 1.–10.	**-2,23**	**-0,24**	**-1,23**	**0,65**	**0,88**	**1,09**	**1,55**	**2,40**	**1,47**	**4,74**	**0,82**	**4,15**
11. Januar	2,8	4,3	3,6	0,5	0,7	0,9	1,2	2,0	1,2	4,4	0,6	3,8
12. „	0,8	0,9	0,8	0,4	0,7	0,8	1,2	2,1	1,2	4,4	0,7	3,8
13. „	0,9	0,8	0,8	0,5	0,7	0,8	1,2	2,0	1,2	4,2	0,7	3,7
14. „	0,2	1,2	0,7	0,4	0,7	0,8	1,1	1,9	1,2	4,3	0,7	3,7
15. „	1,5	1,4	1,5	0,4	0,6	0,8	1,2	2,0	1,2	4,2	0,6	3,7
16. „	0,3	2,7	1,5	0,4	0,5	0,8	1,1	1,8	1,2	4,2	0,5	3,7
17. „	1,8	1,3	1,6	0,4	0,5	0,7	1,1	1,8	1,1	4,0	0,4	3,7
18. „	-1,7	-0,8	-1,2	0,4	0,5	0,6	1,1	1,6	1,0	4,0	0,4	3,7
19. „	0,8	1,4	1,1	0,4	0,6	0,7	1,1	1,8	1,1	4,1	0,6	3,5
20. „	2,6	3,0	2,8	0,4	0,6	0,8	1,1	1,8	1,1	4,1	0,6	3,5
Mittel: 11.–20.	**1,00**	**1,62**	**1,32**	**0,42**	**0,61**	**0,77**	**1,14**	**1,88**	**1,15**	**4,19**	**0,58**	**3,68**
21. Januar	2,0	2,2	2,1	0,4	0,6	0,8	1,0	1,6	1,2	4,1	0,6	3,5
22. „	0,4	3,2	1,8	0,4	0,6	0,8	1,0	1,6	1,3	4,1	0,6	3,5
23. „	2,8	3,2	3,0	0,7	0,7	0,8	1,0	1,7	1,4	4,1	0,7	3,5
24. „	1,8	2,4	2,1	0,8	0,9	1,1	1,2	1,6	1,2	4,0	0,7	3,3
25. „	-0,8	3,8	1,5	0,9	1,0	1,0	1,1	1,5	1,2	3,9	0,6	3,3
26. „	0,6	2,2	1,4	0,7	0,9	0,9	1,2	1,7	1,2	3,9	0,6	3,3
27. „	2,5	2,6	2,5	0,5	0,7	0,9	1,1	1,7	1,2	3,9	0,6	3,3
28. „	-0,1	2,5	1,2	0,5	0,7	0,8	1,1	1,6	1,2	3,9	0,6	3,2
29. „	2,0	3,4	2,7	0,5	0,7	0,8	1,1	1,6	1,2	4,0	0,7	3,3
30. „	0,8	2,9	1,3	0,5	0,7	0,7	1,0	1,5	1,2	4,1	0,6	3,3
31. „	3,2	4,3	3,6	0,9	0,8	0,9	1,0	1,5	1,4	4,0	0,8	3,4
Mittel: 21.–31.	**1,38**	**2,79**	**2,11**	**0,62**	**0,75**	**0,86**	**1,07**	**1,60**	**1,25**	**4,00**	**0,65**	**3,36**
Mittel: 1.–31. Jan.	**0,05**	**1,39**	**0,73**	**0,56**	**0,74**	**0,93**	**1,25**	**1,96**	**1,29**	**4,31**	**0,68**	**3,73**

peratur der Miethen.

vertieft: 25 cm.						tief: 60 cm.		Erdmiethe.		tief: 70 cm.	
Futterrüben v. 1500—3000 gr Gewicht. Decke: 100 cm Erde.		Zuckerrüben v. 500 gr Gew. Decke: 30 cm Erde, 20 cm Stroh, 30 cm Erde.		Zuckerrüben v. 500 gr Gew. Decke: 50 cm Erde, 30 cm Torf.		Zuckerrüben von 500 gr Gewicht. Decke: 80 cm Erde.				Zuckerrüben v. 500 gr Gewicht in Untergrund-wasser. Decke: 50 cm Erde.	
Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
1,3	4,2	3,6	5,2	3,0	4,0	2,8	4,2	1,9	2,4	2,9	3,6
1,0	4,3	3,6	5,1	2,9	4,0	2,6	4,2	1,8	2,5	2,6	3,6
1,0	4,2	3,6	5,3	2,6	3,9	2,6	4,2	1,6	2,2	2,6	3,7
0,8	4,2	3,4	5,0	2,6	3,8	2,4	4,2	1,5	2,1	2,5	3,6
0,8	4,2	3,3	5,2	2,6	3,9	2,3	4,4	1,4	2,4	2,4	3,6
0,8	4,2	3,3	5,2	2,6	3,7	2,3	4,4	1,3	2,4	2,6	3,5
0,7	4,0	3,2	5,0	2,4	3,8	2,2	4,3	1,2	2,1	2,4	3,4
0,5	3,9	3,2	4,8	2,3	3,6	2,2	4,3	1,2	2,0	2,4	3,3
0,6	3,9	3,1	4,8	2,4	3,7	2,3	4,2	1,3	2,0	2,4	3,0
0,6	4,8	3,0	4,8	2,4	3,8	2,2	4,1	1,2	1,9	1,9	2,6
0,81	**4,09**	**3,33**	**5,04**	**2,56**	**3,78**	**2,39**	**4,25**	**1,44**	**2,20**	**2,47**	**3,39**
0,6	3,6	3,0	4,5	2,2	3,6	2,2	4,2	1,2	2,0		
0,6	3,6	3,0	4,7	2,3	3,4	2,3	3,9	1,2	1,7		
0,5	3,6	3,0	4,7	2,2	3,4	2,1	3,7	1,1	1,8		
0,5	3,6	2,9	4,5	2,3	3,3	2,1	3,7	1,1	1,7		
0,5	3,6	2,9	4,5	2,1	3,0	2,1	3,7	1,1	1,8		
0,5	3,5	2,8	4,4	2,2	3,2	2,0	3,5	1,1	1,7		
0,3	3,5	2,9	4,2	2,1	3,0	2,0	3,5	0,9	1,7		
0,4	3,3	2,9	4,1	2,0	2,9	1,9	3,4	1,0	1,6		
0,3	3,4	2,8	4,2	2,0	2,0	1,8	3,1	1,1	1,7		
0,5	3,4	2,8	4,2	2,0	3,1	1,8	3,1	1,1	1,7		
0,47	**3,51**	**2,90**	**4,40**	**2,14**	**3,19**	**2,03**	**3,58**	**1,09**	**1,74**		
0,6	3,3	2,7	4,2	2,0	3,0	1,8	3,1	1,1	1,7		
0,6	3,3	2,7	4,1	2,0	3,0	1,8	3,0	1,1	1,7		
0,7	3,4	2,8	4,1	2,0	3,0	1,9	3,0	1,2	1,8		
0,5	3,2	2,7	4,1	2,0	2,8	1,7	2,9	1,0	1,7		
0,5	3,2	2,7	4,1	2,0	2,8	1,7	2,8	1,0	1,7		
0,6	3,2	2,8	4,1	2,0	2,8	1,8	2,8	1,2	1,7		
0,6	3,2	2,8	4,0	2,0	2,8	1,8	2,8	1,1	1,7		
0,6	3,2	2,8	4,0	2,0	2,8	1,8	2,8	1,1	1,7		
0,6	3,2	2,8	4,0	2,0	2,8	1,7	2,8	1,1	1,7		
0,6	3,2	2,8	4,1	2,0	2,8	1,7	2,8	1,1	1,7		
0,7	3,2	2,8	4,0	2,0	2,8	1,7	2,8	1,3	1,7		
0,60	**3,24**	**2,77**	**4,10**	**2,00**	**2,86**	**1,77**	**2,88**	**1,12**	**1,71**		
0,63	**3,61**	**3,00**	**4,51**	**2,23**	**3,28**	**2,06**	**3,57**	**1,22**	**1,88**		

Datum.	Temperatur der Luft in °R.			Temperatur des Bodens in der Tiefe von cm in °R.					Tem- vertieft: 25 cm. Kleine Rübe von 100 gr Gewicht. Decke: 100 cm Erde.	
	7 Uhr Morgens.	1 Uhr Mittags.	Mittel.	40	50	60	80	100	Kamm.	Basis.
1. Februar	1,7	3,7	2,7	1,1	1,2	1,2	1,2	1,8	1,9	4,0
2. „	3,7	2,6	3,1	1,4	1,2	1,2	1,2	1,8	2,0	4,0
3. „	-0,4	1,4	0,5	1,4	1,3	1,4	1,4	1,8	2,4	4,1
4. „	0,4	2,8	1,6	0,9	1,2	1,2	1,5	1,9	2,2	4,1
5. „	1,7	4,1	2,9	0,9	1,0	1,1	1,3	1,9	2,2	4,1
6. „	3,7	3,9	3,8	1,6	1,2	1,3	1,3	1,9	2,4	4,2
7. „	2,9	3,3	3,1	1,9	1,6	1,7	1,5	2,0	2,9	4,4
8. „	0,5	3,6	2,0	1,8	1,7	1,8	1,6	2,0	3,2	4,4
9. „	-1,1	2,0	0,5	1,5	1,7	1,7	1,7	2,1	3,2	4,4
10. „	0,5	1,6	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	2,1	2,7	4,4
Mittel: 1.-10.	1,36	2,90	2,12	1,36	1,34	1,40	1,43	1,92	2,51	4,21
11. Februar	2,6	5,0	3,8	0,9	1,1	1,2	1,4	2,1	2,3	4,7
12. „	3,6	3,4	3,5	1,6	1,4	1,4	1,5	2,0	3,4	4,6
13. „	1,1	3,9	2,5	1,8	1,7	1,7	1,6	2,1	3,0	4,7
14. „	0,7	2,6	1,7	1,8	1,8	1,8	1,7	2,1	3,2	4,7
15. „	0,0	0,6	0,3	1,5	1,7	1,8	1,8	2,1	3,1	4,8
16. „	-1,3	-0,4	-0,9	1,1	1,3	1,3	1,7	2,1	2,6	4,8
17. „	-1,8	-1,2	-1,5	0,8	1,0	1,2	1,6	2,1	2,3	4,8
18. „	-2,3	-0,6	-1,5	0,7	1,0	1,0	1,4	2,1	2,0	4,8
19. „	-2,1	-1,0	-1,5	0,5	0,8	0,9	1,2	2,1	1,8	4,8
20. „	-1,3	4,7	1,7	0,5	0,8	0,8	1,1	2,0	1,8	4,8
Mittel: 11.-20.	-0,08	1,70	0,82	1,12	1,26	1,33	1,50	2,08	2,55	4,75
21. Februar	1,1	1,4	1,2	0,5	0,7	0,8	1,1	2,0	1,6	4,7
22. „	1,8	2,2	2,0	0,6	0,7	0,8	1,0	1,9	1,6	4,7
23. „	0,9	3,3	2,1	0,5	0,6	0,8	0,9	1,8	1,5	4,7
24. „	3,1	4,0	3,5	0,9	0,9	1,0	1,1	1,8	1,5	4,6
25. „	3,2	4,7	3,9	1,2	1,2	1,1	1,1	1,8	1,9	4,5
26. „	1,8	3,4	2,6	1,6	1,5	1,5	1,2	1,9	2,4	4,4
27. „	-2,6	-3,5	-3,1	1,5	1,4	1,5	1,2	1,9	2,6	4,5
28. „	-2,6	-1,0	-1,8	1,0	1,2	1,4	1,5	1,9	2,4	4,5
29. „	-3,4	1,9	-0,7	0,9	1,0	1,1	1,4	2,0	2,2	4,7
Mittel: 21.-29.	0,26	1,82	1,08	0,96	1,02	1,11	1,19	1,89	1,96	4,58
Mittel: 1.-29. Febr.	0,51	2,14	1,34	1,15	1,21	1,27	1,37	1,96	2,34	4,51

peratur der Miethen in °R.

vertieft: 25 cm.								tief: 25 cm.			
Zuckerrüben von 500 gr Gewicht. Decke: 100 cm Erde.		Futterrüben v. 1500—3000 gr Gewicht. Decke: 100 cm Erde.		Zuckerrüben v. 500 gr Gew. Decke: 30 cm Erde, 20 cm Stroh, 30 cm Erde.		Zuckerrüben v. 500 gr Gew. Decke: 50 cm Erde, 30 cm Torf.		Zuckerrüben von 500 gr Gewicht. Decke: 80 cm Erde.		Erdmiethe.	
Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
1,4	3,4	1,0	3,2	2,9	4,0	2,1	2,8	1,9	2,8	1,8	1,7
1,7	3,4	1,3	3,2	3,0	4,0	2,2	2,8	2,0	2,8	2,0	1,8
1,9	3,4	1,7	3,2	3,1	4,0	2,3	2,7	2,2	2,9	2,1	1,9
1,5	3,4	1,5	3,2	3,1	4,0	2,4	2,8	2,2	3,0	2,1	2,0
1,5	3,5	1,3	3,4	3,1	4,0	2,5	2,8	2,2	3,0	1,8	2,2
1,8	3,6	1,5	3,3	3,2	4,1	2,5	2,8	2,3	3,0	2,1	2,0
2,5	3,8	2,0	3,4	3,4	4,1	2,6	2,9	2,4	3,0	2,7	2,1
2,6	3,7	2,2	3,4	3,6	4,0	2,9	2,9	2,7	3,0	2,8	2,1
2,4	3,8	2,2	3,4	3,6	4,0	2,8	2,9	2,8	3,1	2,8	2,2
1,8	3,8	1,8	3,5	3,4	4,0	2,8	3,1	2,8	3,1	2,4	2,3
1,91	**3,58**	**1,65**	**3,32**	**3,24**	**4,02**	**2,51**	**2,85**	**2,35**	**2,97**	**2,26**	**2,03**
1,6	3,9	1,6	3,7	3,3	4,1	2,8	3,1	2,8	3,3	2,1	2,3
1,7	3,9	1,7	3,7	3,2	4,1	2,8	3,1	2,8	3,3	2,3	2,3
2,5	4,0	2,1	3,7	3,5	4,3	2,8	3,1	2,7	3,2	2,7	2,3
2,6	3,9	2,2	3,7	3,6	4,3	2,8	3,1	2,8	3,2	2,8	2,4
2,3	4,0	2,1	3,7	3,6	4,2	3,0	3,2	3,0	3,3	2,8	2,4
1,8	4,1	1,8	3,7	3,5	4,4	3,0	3,2	3,0	3,3	2,2	2,5
1,5	4,1	1,5	3,8	3,3	4,4	2,8	3,2	2,8	3,5	2,1	2,4
1,3	4,1	1,2	3,8	3,2	4,5	2,8	3,2	2,7	3,6	1,9	2,2
1,1	4,1	1,1	3,8	3,1	4,4	2,7	3,3	2,5	3,7	1,7	2,1
1,1	4,1	1,0	3,7	3,1	4,4	2,6	3,4	2,4	3,7	1,7	2,0
1,75	**4,03**	**1,63**	**3,73**	**3,34**	**4,31**	**2,81**	**3,19**	**2,75**	**3,41**	**2,23**	**2,29**
0,9	3,9	0,9	3,6	3,0	4,4	2,5	3,4	2,2	3,6	1,6	2,0
0,9	3,9	0,8	3,6	2,8	4,4	2,4	3,3	2,2	3,6	1,4	1,8
0,8	3,9	0,8	3,5	2,9	4,3	2,6	3,3	2,1	3,5	1,3	1,8
0,8	3,8	0,8	3,4	2,9	4,2	2,4	3,2	2,1	3,4	1,4	1,6
1,3	3,7	1,1	3,5	3,0	4,1	2,3	3,2	2,1	3,2	1,7	1,8
1,8	3,7	1,6	3,4	2,9	4,1	2,6	3,2	2,2	3,1	2,0	1,8
2,0	3,7	1,8	3,4	3,2	4,2	2,7	3,1	2,4	3,2	2,2	2,0
1,6	3,8	1,5	3,4	3,1	4,1	2,7	3,1	2,4	3,3	2,1	2,1
1,4	3,8	1,2	3,5	3,0	4,1	2,8	3,2	2,6	3,2	1,9	2,1
1,27	**3,80**	**1,16**	**3,47**	**2,97**	**4,21**	**2,55**	**3,22**	**2,25**	**3,34**	**1,73**	**1,88**
1,64	**3,80**	**1,48**	**3,51**	**3,18**	**4,18**	**2,62**	**3,09**	**2,45**	**3,24**	**2,07**	**2,07**

Datum.	Temperatur der Luft in °R.			Temperatur des Bodens in der Tiefe von cm in °R.					Tem- vertieft: 25 cm. Kleine Rübe von 100 gr Gewicht. Decke: 100 cm Erde.	
	7 Uhr Morgens.	1 Uhr Mittags.	Mittel.	40	50	60	80	100	Kamm.	Basis.
1. März	-0,4	1,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	2,0	2,0	4,6
2. "	-0,5	1,2	0,3	0,6	0,8	0,8	1,0	1,8	1,8	4,6
3. "	-2,5	4,0	0,7	0,5	0,7	0,7	1,0	1,8	1,8	4,7
4. "	-2,4	4,0	0,8	9,5	0,6	0,7	0,9	1,8	1,8	4,7
5. "	-2,9	2,6	-0,2	0,5	0,7	0,7	0,9	1,7	1,7	4,7
6. "	-2,9	2,6	-0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	1,7	1,7	4,7
7. "	-1,8	-0,6	-1,2	0,4	0,6	0,6	0,8	1,7	1,7	4,7
8. "	-2,0	-0,8	-1,4	0,3	0,5	0,6	0,8	1,6	1,6	4,6
9. "	-2,2	-0,1	-1,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,5	1,6	4,6
10. "	-1,7	1,8	0,0	0,4	0,5	0,6	0,7	1,5	1,4	4,4
Mittel: 1.–10.	**-1,93**	**1,50**	**-0,20**	**0,45**	**0,62**	**0,69**	**0,89**	**1,71**	**1,71**	**4,63**
11. März	-1,5	2,8	0,6	0,3	0,4	0,5	0,7	1,4	1,4	4,4
12. "	-3,6	2,7	-0,4	0,2	0,3	0,4	0,6	1,3	1,3	4,4
13. "	-0,9	0,0	-0,5	0,2	0,3	0,5	0,7	1,3	1,3	4,4
14. "	1,4	2,3	1,9	0,3	0,3	0,4	0,6	1,3	1,3	4,3
15. "	-0,8	1,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,3	1,4	4,4
16. "	0,0	6,0	3,0	0,2	0,3	0,4	0,5	1,3	1,4	4,0
17. "	1,4	7,6	4,5	0,2	0,3	0,4	0,6	2,3	1,4	4,1
18. "	1,1	9,3	5,2	0,9	0,8	0,8	0,7	1,3	1,6	4,0
19. "	2,5	7,1	4,8	1,9	1,7	1,5	1,0	1,6	1,9	3,9
20. "	2,0	4,7	3,3	2,1	1,8	1,8	1,3	1,8	2,7	4,1
Mittel: 11.–20.	**0,16**	**4,35**	**2,25**	**0,65**	**0,65**	**0,71**	**0,72**	**1,39**	**1,57**	**4,20**
21. März	3,5	3,2	3,4	2,0	1,9	1,9	1,5	1,9	2,8	4,1
22. "	0,8	5,2	3,0	1,9	1,9	1,9	1,5	1,9	3,1	4,2
23. "	2,8	4,6	3,7	2,0	1,9	1,9	1,6	2,0	3,1	4,2
24. "	2,2	8,0	5,1	2,2	2,0	2,0	1,7	2,1	3,3	4,2
25. "	0,7	4,7	2,7	2,2	2,1	2,0	1,8	2,2	3,7	4,5
Mittel: 21.–25.	**2,00**	**5,14**	**3,58**	**2,06**	**1,96**	**1,94**	**1,62**	**2,02**	**3,20**	**4,22**
Mittel: 1.-25. März	0,08	**3,66**	**1,87**	1,05	1,08	1,11	1,08	1,71	2,16	**4,35**

peratur der Miethen in °R.

vertieft: 25 cm.								tief: 25 cm.		Erdmiethe.	
Zuckerrüben von 500 gr Gewicht. Decke: 100 cm Erde.		Futterrüben v. 1500—3000 gr Gewicht. Decke: 100 cm Erde.		Zuckerrüben v. 500 gr Gew. Decke: 30 cm Erde, 20 cm Stroh, 30 cm Erde.		Zuckerrüben v. 500 gr Gew. Decke: 50 cm Erde, 30 cm Torf.		Zuckerrüben von 500 gr Gewicht. Decke: 80 cm Erde.			
Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
1,2	3,8	1,1	3,4	3,0	4,1	2,6	3,1	2,4	3,4	1,7	1,9
1,1	3,8	1,0	3,4	3,0	4,1	2,7	3,1	2,4	3,4	1,6	1,9
1,0	3,8	0,9	3,5	2,9	4,1	2,6	3,1	2,5	3,4	1,5	1,8
1,0	3,8	0,9	3,4	2,9	4,1	2,4	3,1	2,3	3,4	1,5	1,8
1,0	3,8	0,9	3,5	2,8	4,1	2,4	3,1	2,3	3,6	1,4	1,8
0,9	3,8	0,9	3,5	2,8	4,1	2,4	3.1	2,2	3,6	1,4	1,6
0,9	3,8	0,8	3,3	2,8	4,1	2,4	3,1	2,2	3,6	1,4	1,6
0,8	3,7	0,7	3,3	2,7	4,1	2,3	3,1	2,2	3,6	1,3	1,7
0,8	3,7	0,6	3,3	2,5	4,0	2,2	3,0	2,1	3,6	1,2	1,6
0,7	3,7	0,6	3,3	2,5	4,0	2,2	3,0	2,1	3,6	1,2	1,6
0,94	**3,77**	**0,84**	**3,39**	**2,79**	**4,08**	**2,42**	**3,08**	**2,25**	**3,52**	**1,42**	**1,73**
0,7	3,7	0,6	3,2	2,4	4,0	2,2	3,0	2,0	3,7	1,2	1,6
0,7	3,5	0,6	3,2	2,4	4,0	2,2	3,0	2,1	3,9	1,2	1,4
0,7	3,5	0,6	3,1	2,6	4,0	2,2	2,9	2,1	4,0	1,2	1,4
0,7	3,4	0,6	3,1	2,4	4,0	2,2	2,7	2,1	4,0	1,1	1,4
0,6	3,4	0,5	3,1	2,4	4,0	2,1	2,9	2,1	4,0	1,0	1,4
0,4	3,3	0,6	3,0	2,5	3,8	2,2	2,8	2,2	4,0	1,0	1,4
0,7	3,3	0,4	3,0	2,3	3,9	2,2	2,8	2,2	4,2	1,0	1,3
0,8	3,1	0,7	3,0	2,3	3,8	2,2	2,8	2,4	4,2	1,2	1,3
1,1	3,1	1,0	2,9	2,5	3,8	2,2	2,8	2,6	4,1	1,2	1,4
1,9	3,1	1,4	3,0	2,7	3,8	2,6	2,8	2,8	4,1	1,7	1,4
0,83	**3,34**	**0,70**	**3,06**	**2,45**	**3,91**	**2,23**	**2,85**	**2,26**	**4,02**	**1,18**	**1,40**
2,0	3,2	1,7	3,0	3,0	3,6	2,6	2,7	2,9	4,2	1,9	1,7
2,3	3,3	2,0	3,0	3,1	3,8	2,9	2,8	3,1	4,3	2,1	1,6
2,6	3,3	2,1	3,0	3,2	3,8	3,0	2,8	3,1	4,5	2,3	1,8
2,8	3,4	2,2	3,0	3,3	3,9	3,1	2,9	3,4	4,5	2,6	1,9
3,0	3,7	2,6	3,2	3,6	4,0	3,1	2,9	3,6	4,7	3,0	2,1
2,52	**3,40**	**2,11**	**3,02**	**3,22**	**3,81**	**2,94**	**2,81**	**3,21**	**4,42**	**2,31**	**1,81**
1,43	**3,50**	**1,22**	**3,16**	**2,82**	**3,93**	**2,53**	**2,91**	**2,57**	**3,99**	**1,64**	**1,65**

Die Resultate der Versuche lauten im folgenden:

1) Für die Lufttemperatur, geordnet nach Dekaden:

Dekaden.	7 Uhr Morgens.	1 Uhr Mittags.	Mittel.	Dekaden.	7 Uhr Morgens.	1 Uhr Mittags.	Mittel.
Novbr. 1.—10.	3,71	6,16	4,93	Februar 1.—10.	1,36	2,90	2,12
„ 11.—20.	2,15	3,87	3,01	„ 11.—20.	—0,08	1,70	0,82
„ 21.—30.	2,53	4,12	3,33	„ 21.—29.	0,26	1,82	1,08
Dezbr. 1.—10.	0,33	1,33	0,83	März 1.—10.	—1,93	1,50	—0,20
„ 11.—20.	0,42	1,11	0,74	„ 11—20.	0,16	4,35	2,25
„ 21.—31.	0,74	1,53	1,14	„ 21.—25.	2,00	5,14	3,58
Januar 1.—10.	—2,23	—0,24	—1,23				
„ 11.—20.	1,00	1,62	1,32	Mittel: 1. Novbr. bis 25. März	**0,79**	**2,65**	**1,71**
„ 21.—31.	1,38	2,79	2,11				

Der Winter dieses Jahres war ein recht milder. Nur 3 Dekaden weisen Temperaturen unter Null auf. Die Kälteperioden sind gemeiniglich kurz und von kleinen Kältepolen begleitet.

2) Die erste Kälteperiode beginnt am 5. Dezember und endet am 8. Dez. Die geringste Temperatur fällt auf den 7. Dezember mit —3,2° R.

Die zweite Kälteperiode beginnt am 30. Dezember und schließt mit 9. Januar. Die geringste Temperatur fällt auf den 5. Januar mit —7,2° R.

Die dritte Kälteperiode währt vom 16.—20. Januar und ist am 18. von der Temperatur von —2,3° begleitet.

Die vierte Kälteperiode dauert vom 27. Februar bis 13. März. Der kälteste Tag fällt auf den 29. Februar mit —3,4° R.

3) Der Verlauf der Bodentemperaturen, geordnet nach Dekaden, war ein folgender:

Dekaden.	Temperatur des Bodens in der Tiefe von cm in °R.					Dekaden.	Temperatur des Bodens in der Tiefe von cm in °R.				
	40	50	60	80	100		40	50	60	80	100
Nov. 1.-10.	4,85	5,07	5,26	5,89	6,26	Febr. 1.-10.	1,36	1,34	1,40	1,43	1,92
„ 11.-20.	3,54	4,04	4,28	5,05	5,56	„ 11.-20.	1,12	1,26	1,33	1,50	2,08
„ 21.-30.	2,84	3,17	3,38	4,07	4,66	„ 21.-29.	0,96	1,02	1,11	1,19	1,89
Dez. 1.-10.	2,26	2,69	2,78	3,64	4,10	März 1.-10.	0,45	0,62	0,69	0,89	1,71
„ 11.-20.	1,30	1,77	1,91	2,70	3,15	„ 11.-20.	0,65	0,65	0,71	0,72	1,39
„ 21.-31.	1,36	1,60	1,82	2,20	2,88	„ 21.-31.	2,06	1,96	1,94	1,62	2,02
Jan. 1.-10.	0,65	0,88	1,09	1,55	2,40						
„ 11.-20.	0,42	0,61	0,77	1,14	1,88	Mittel: 1. Nov. bis 25. März	**1,56**	**1,83**	**1,95**	**2,31**	**2,90**
„ 21.-31.	0,62	0,75	0,86	1,07	1,60						

Die in den Vorjahren für das schnellere Eindringen der Temperatur in geringe Bodentiefen gemachten Wahrnehmungen erfahren in diesem Jahre ihre wiederholte Bestätigung. Das folgende Beispiel dürfte dies näher darthun.

Vor der zweiten vom 30. Dezember bis 9. Januar währenden Kälteperiode war die Temperatur in den Tiefen von

	40	50	60	80	100
			Centimeter		
am 29. Dezember	1,4	1,7	1,8	2,2	2,8° R.
Der kälteste Tag dieser Periode fiel auf den 5. Januar mit —7,2. An diesem Tage betrug die Temperatur . .	0,6	0,8	1,1	1,6	2,4° „
Das Minimum der Temperatur traf aber erst ein am Januar	9.	9.	12.	14.	18.
in ° R.	0,4	0,5	0,8	1,1	1,6
Daher: Dauer der Verspätung in Tagen	4	4	7	9	13
Rückgang vom 29. Dezember in ° R.	1,0	1,2	1,0	1,1	1,2.

4) Ueber den **Einfluß verschieden großer Rüben als Mietheninhalt auf die Temperatur der Miethe** geben uns die nachstehenden Zahlen Aufschluß:

Dekaden.		Zuckerrüben 100 Gramm schwer.		Zuckerrüben 500 Gramm schwer.		Futterrüben 1500—3000 Gramm.	
		25 cm vertieft.					
		Decke: 100 cm Erde.		Decke: 100 cm Erde.		Decke: 100 cm Erde.	
		Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
Novbr.	1.—10.	5,39	8,05	4,85	7,53	4,42	7,21
„	11.—20.	4,18	7,42	3,63	7,02	3,31	6,71
„	21.—30.	3,74	6,85	3,14	6,21	2,99	6,02
Dezbr.	1.—10.	3,49	6,31	2,89	5,94	2,60	5,55
„	11.—20.	2,19	5,51	1,72	5,13	1,63	4,81
„	21.—31.	2,20	4,96	1,71	4,52	1,55	4,39
Januar	1.—10.	1,47	4,74	0,82	4,15	0,81	4,09
„	11.—20.	1,15	4,19	0,58	3,68	0,47	3,51
„	21.—31.	1,25	4,00	0,65	3,33	0,60	3,24

Dekaden.	Zuckerrüben 100 Gramm schwer.		Zuckerrüben 500 Gramm schwer.		Futterrüben 1500—3000 Gramm.	
	25 cm vertieft.					
	Decke: 100 cm Erde.		Decke: 100 cm Erde.		Decke: 100 cm Erde.	
	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
Februar 1.—10.	2,51	4,21	1,91	3,58	1,65	3,32
„ 11.—20.	2,55	4,75	1,75	4,03	1,63	3,73
„ 21.—29.	1,96	4,58	1,27	3,80	1,16	3,47
März 1.—10.	1,71	4,63	0,94	3,77	0,84	3,39
„ 11.—20.	1,57	4,20	0,83	3,34	0,70	3,06
„ 21.—25.	3,20	4,22	2,52	3,40	2,11	3,02
Mittel: 1. Novbr. bis 25. März	**2,57**	**5,24**	**1,95**	**4,36**	**1,76**	**4,37**

Der Mietheninhalt kleiner Rüben verhält sich wärmer wie jener mittelgroßer Rüben, und dieser wieder wärmer als jener von großen Rüben. Die Temperaturen betrugen bei

den Miethen mit	kleinen	mittleren	großen	kleinen	mittleren	großen
		Rüben am Kamm.			Rüben auf der Basis.	
in ° R.	2,57	1,95	1,76	5,24	4,63	4,37
daher Unterschied gegenüber den großen Rüben .	+0,81	+0,19	.	+0,87	+0,26	.

Im Mittel war die Miethe kleiner Rüben um 0,84° R. und die Miethe mittelgroßer Rüben um 0,22° R. wärmer als die Miethe großer Rüben.

5) Für die verschieden tief angelegten Miethen, deren Mietheninhalt aus Fabriksrüben von 500 gr Schwere bestand, wurden die folgenden Resultate erhalten:

Dekaden.	25 cm tief.		60 cm tief.		70 cm tief.	
	Decke: 100 cm Erde.		Decke: 80 cm Erde.		Decke: 50 cm Erde.	
	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
Novbr. 1.—10.	4,85	7,53	6,40	7,73	5,87	8,11
„ 11.—20.	3,63	7,02	5,12	7,19	4,38	7,20
„ 21.—30.	3,14	6,21	4,81	6,61	4,31	6,31
Dezbr. 1.—10.	2,89	5,94	4,49	6,08	4,23	5,71
„ 11.—20.	1,72	5,13	3,37	5,40	3,26	4,11
„ 21.—31.	1,71	4,52	2,82	4,26	2,82	3,77
Januar 1.—10.	0,82	4,15	2,39	4,25	2,47	3,39
„ 11.—20.	0,58	3,68	2,03	3,58		
„ 21.—31.	0,65	3,33	1,77	2,88		
Februar 1.—10.	1,91	3,58	2,35	2,97		
„ 11.—20.	1,75	4,03	2,75	3,41		
„ 21.—29.	1,27	3,80	2,25	3,34		
März 1.—10.	0,94	3,77	2,25	3,52		
„ 11.—20.	0,83	3,34	2,26	4,02		
„ 21.—25.	2,52	3,40	3,21	4,42		
Mittel: 1. Novbr. bis 25. März	**1,95**	**4,63**	**3,22**	**4,64**	Mittel: 1. Novbr. bis 10. Januar **3,90**	**5,51**

Das Resultat der auf 70 cm tief eingelagerten Miethe ist mit den Resultaten der anderen Miethen nur für die Zeit vom 1. November bis 10. Januar vergleichbar. Anfänglich war die Temperatur, der tieferen Lage entsprechend, höher. Doch tritt mit 1. Dezember ein Sinken der Temperatur ein, und verbleibt von diesem Zeitpunkt an, welcher mit dem Auftreten des Untergrundwassers in Zusammenhang gebracht werden kann, die Temperatur dieser Miethe auch niedriger wie die der Miethe mit 60 cm Vertiefung.

Von den beiden anderen Miethen ist jene mit der Tieflage von 60 cm am Kamme um 1,27° R. wärmer. Die Temperatur der Basis ist nahezu gleich. Dieses Verhalten ist mit den Temperaturen dieses Winters leicht zu erklären. Hervortretende Kältepole wie längere Frostperioden kamen nicht vor, und konnte die tiefere Lage des Kammes auch die höhere Temperatur geltend machen.

6) Ueber das Verhalten von **Stroh als Zwischendecke, Torf als Auflage,** wie der **Erde als Mietheninhalt**, wurden folgende vergleichende Versuche angestellt.

Die Miethe, zu welcher das Stroh verwendet wurde, erhielt 30 cm Erde als Decke, dann 20 cm Stroh und auf dieses wieder 30 cm Erde.

Die Miethe, zu welcher Torf verwendet wurde, erhielt 50 cm Erde als Decke und auf diese 30 cm Torf.

Die Erdmiethe erhielt 100 cm Erde auf den nach den Dimensionen der Rübenpyramiden angelegten Erdhaufen.

Sämmtliche Miethen waren 25 cm tief angelegt. Zum Vergleiche der Resultate diente eine Rübenmiethe mit der vertieften Anlage von 25 cm und 100 cm Erddecke.

Die Resultate dieser Versuche sprechen sich in folgenden Zahlen aus:

Dekaden.	25 cm vertieft.							
	100 cm Erddecke		Decke: 30 cm Erde, 20 cm Stroh, 30 cm Erde.		Decke: 50 cm Erde, 30 cm Torf.		Erdmiethe. 100 cm Erddecke.	
	Kamm.	Basis.	Kamm	Basis.	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
November 1.—10.	4,85	7,53	4,72	6,94	5,28	6,96	4,37	5,05
„ 11.—20.	3,63	7,02	4,32	6,49	3,97	6,31	2,82	4,65
„ 21.—30.	3,14	6,21	4,88	6,16	3,95	5,56	3,03	4,11
Dezember 1.—10.	2,89	5,94	4,98	6,08	3,83	5,21	2,94	3,92
„ 11.—20.	1,72	5,13	4,37	5,92	3,21	4,84	2,00	2,97
„ 21.—31.	1,71	4,52	4,00	5,43	2,99	4,14	2,11	2,74
Januar 1.—10.	0,82	4,15	3,33	5,04	2,56	3,78	1,44	2,20
„ 11.—20.	0,58	3,68	2,90	4,40	2,14	3,19	1,09	1,74
„ 21.—31.	0,65	3,33	2,77	4,10	2,00	2,86	1,12	1,71
Februar 1.—10.	1,91	3,58	3,24	4,02	2,51	2,85	2,26	2,03
„ 11.—20.	1,75	4,03	3,34	4,31	2,81	3,19	2,23	2,29
„ 21.—29.	1,27	3,80	2,97	4,21	2,55	3,22	1,73	1,88
März 1.—10.	0,94	3,77	2,79	4,08	2,42	3,08	1,42	1,73
„ 11.—20.	0,83	3,34	2,45	3,91	2,23	2,85	1,18	1,40
„ 21.—25.	2,52	3,40	3,22	3,81	2,94	2,81	2,31	1,81
Mittel: 1. Novbr. bis 25. März	1,95	4,63	3,62	4,99	3,03	4,19	2,14	2,68

20 cm Stroh als Zwischenschichte, in einer Erddecke von 60 cm, haben sich wirksamer erwiesen als eine Erddecke von 100 cm. Der Unterschied betrug

am Kamm . . . . 1,67° R.
an der Basis . . . . . 0,33° „
im Mittel . . . . 1,00° „.

30 cm Torf als Auflage auf einer Erdschichte von 50 cm Erde hat sich wirksamer erwiesen als eine Erddecke von 100 cm. Der Unterschied betrug

am Kamm	+ 1,08° R.
auf der Basis	— 0,44° „
im Mittel	+ 0,27° „.

Die **Erdmiethe** war kälter als die gleichmäßig angelegte Rübenmiethe mit der Eindeckung von 100 cm Erde. Der Unterschied betrug

am Kamm	+ 0,19° R.
auf der Basis	— 1,95° „
im Mittel	— 0,88° „.

Daß in dem vorhandenen Falle die Erdmiethe am Kamm wärmer war, dürfte in Folgendem seine Erklärung finden. Die Erde als Mietheninhalt leitet die Erdwärme besser als der aus Rüben bestehende Mietheninhalt. Die besser leitende Erde giebt daher mehr Wärme an die Erddecke ab als der Rübenhaufen. Es erhöht sich in Folge dessen die Temperatur des Kammes auf Kosten der Temperatur des Mietheninhaltes. Wäre jedoch der Winter strenger gewesen, dann wäre die Kälte in die Miethe ungleich rascher eingedrungen und hätte die Stelle der Erdmiethe, wo der Kamm der Miethe sich befindet, mehr abgekühlt als den Kamm der Rübenmiethe.

Die Resultate des Jahres 1883—84 lassen sich in Folgendem zusammenfassen.

	Morgens	Mittags in ° R.	im Mittel
Mittlere Temperatur			
der Luft in der Höhe von 150 cm . .	0,79	2,65	1,71
des Bodens in der Tiefe von 40 „ . .	.	.	1,50
„ „ „ „ „ „ 50 „ . .	.	.	1,83
„ „ „ „ „ „ 60 „ . .	.	.	1,95
„ „ „ „ „ „ 80 „ . .	.	.	2,31
„ „ „ „ „ „ 100 „ . .	.	.	2,90.

Mittlere Temperatur der Miethe in ° R.

	am Kamm.	auf der Basis.	im Mittel.
Miethe, 25 cm vertieft, 100 cm Erddecke, kleine Rüben	2,57	5,24	3,90



Mittlere Temperatur der Miethe in °R.

	am Kamm.	auf der Basis.	im Mittel.
Miethe 25 cm vertieft, 100 cm Erddecke, mittelgroße Rüben	1,95	4,63	3,29
Miethe 25 cm vertieft, 100 cm Erddecke, große Rüben	1,76	4,37	3,06
Miethe 60 cm vertieft, 80 cm Erddecke, Fabriksrüben	3,22	4,64	3,93.
Miethe, 25 cm vertieft, 30 cm Erde, 20 cm Stroh und 30 cm Erde als Decke .	3,62	4,99	4,30
Miethe, 25 cm vertieft, 50 cm Erde, 30 cm Torf als Decke	3,03	4,19	3,61
Erdmiethe, nach den Dimensionen der 25 cm vertieften und mit 100 cm Erde gedeckten Miethe angelegt	2,14	2,68	2,41.

Nach der Höhe der bewahrten mittleren Temperaturen gruppirt, ergiebt sich nachstehende Reihenfolge:

1. Miethe, 25 cm vertieft, 30 cm Erde, 20 cm Stroh, 30 cm Erde 4,30
2. „ 60 „ „ 80 „ Erddecke 3,93
3. „ 25 „ „ 100 „ „ , kleine Rüben . . 3,90
4. „ 25 „ „ 50 „ Erde, 30 cm Torf 3,61
5. „ 25 „ „ 100 „ Erddecke, mittelgroße Rüben 3,29
6. „ 25 „ „ 100 „ „ große Rüben . . 3,06
7. „ Erdmiethe, mit der analogen Anlage der Miethen Nr. 3, 5 und 6 . . . . 2,41.

Diese Mittel waren von folgenden Minimaltemperaturen begleitet:

	am Kamme.	auf der Basis.
1. Miethe, 25 cm vertieft, 30 cm Erde, 20 cm Stroh, 30 cm Erde	2,7	3,6
2. „ 60 „ „ 80 „ Erddecke	1,7	2,8
3. „ 25 „ „ 100 „ „ , kleine Rüben . .	1,0	3,9
4. „ 25 „ „ 50 „ Erde, 30 cm Torf	2,0	2,7
5. „ 25 „ „ 100 „ „ mittelgroße Rüben .	0,4	3,2
6. „ 25 „ „ 100 „ „ große Rüben . . .	0,3	3,0
7. „ Erdmiethe	0,9	1,6.

Die Miethe mit der Zwischenschichte von 10 cm Stroh war die wärmste; sie hatte auch die geringsten Abkühlungen

am Kamme und an der Basis erfahren. Dieser folgte die Miethe der Torfauflage von 30 cm; sie ist, obgleich in der mittleren Temperatur etwas niedriger stehend, doch in Hinsicht der beobachteten Minimaltemperaturen die zweit vortheilhafteste veranlagte Miethe gewesen. Dieser Miethe folgte erst die mit der Tieflage von 60 cm und der Decke von 80 cm Erde. An diese reihen sich die Miethen mit der Vertiefung von 25 cm und der Erddecke von 100 cm, wobei es sich gezeigt hat, daß die Eigenwärme der kleinen Rüben ganz erheblich größer ist wie jene der mittelgroßen, und diese wieder sich höher stellt als jene der großen Rüben. Die kälteste Miethe war die Miethe, deren Mietheninhalt aus Erde bestand.

Wägungen des Mietheninhaltes am Schlusse des Versuchsjahres wurden nicht vorgenommen, weil in diesem Jahre kein Frost in die Rübenmiethen eingedrungen war.

Gesammtresultate der in den Jahren 1881—84 unternommenen Versuche.

Die Wintermonate der Jahre 1881—82 und 1883—84 waren von höheren, die Wintermonate des Jahres 1882—83 von niederen Temperaturen begleitet.

1. Die mittleren Temperaturen für die jeweilige Versuchsdauer betrugen:

	am Morgen.	zu Mittag.	im Mittel.
in den Wintermonaten 1881—82	0,63	2,32	1,47
„ „ „ 1882—83	—2,40	0,17	—1,08
„ „ „ 1883—84	0,79	2,65	1,71.

2. Die Wintermonate des Jahres 1881—82 enthielten 4 Kälteperioden mit 54 Frosttagen, oder Tagen mit Temperaturen unter Null. Die geringste Temperatur fiel auf den 4. November mit —10,8° R.

Die Wintermonate des Jahres 1882—83 enthielten 8 Kälteperioden mit 107 Frosttagen. Das Temperaturminimum dieses Winters wurde am 22. März mit —14,0° R. beobachtet.

In den Wintermonaten des Jahres 1883—84 wurden 4 Kälteperioden mit 35 Frosttagen beobachtet. Die niedrigste Temperatur zeigte das Thermometer am 5. Januar mit —7,2° R.

3. Die in den verschiedenen Tiefen gemessenen Bodentemperaturen betrugen im Mittel:



	in den Bodentiefen von				
	40	50	60	80	100
			cm		
in den Wintermonaten 1881—82	1,42	1,77	1,71	2,49	3,14
„ „ „ 1882—83	—0,34	0,11	0,26	0,72	1,78
„ „ „ 1883—84	1,56	1,83	1,95	2,31	2,90.

Die niedrigsten Temperaturen fielen hierbei in die Zeit der nachbenannten Dekaden:

	in den Bodentiefen von				
	40	50	60	80	100
			cm		
für das Jahr 1881—82 vom					
21.—31. Dezember	0,04	0,40	0,39	—	—
11.—20. Februar	—	—	—	1,20	—
21.—28. „	—	—	—	—	1,90
für das Jahr 1882—83 vom					
21.—31. März	—1,77	—1,23	—1,05	—0,85	—
1.—10. April	—	—	—	—	0,20
für das Jahr 1883—84 vom					
11.—20. Januar	0,42	0,61	—	—	—
1.—10. März	—	—	0,69	—	—
11.—20. „	—	—	—	0,72	1,39.

Einfallende Kälteperioden erniedrigen die Temperatur des Bodens. Doch decken sich keineswegs die Tage der niedrigsten Lufttemperaturen mit den Tagen, in welchen im Boden die niedrigsten Temperaturen beobachtet werden. Die letzteren treten in späteren Zeiträumen auf, die um so größer werden, je größer die Bodentiefe ist. Auch ist das Maß der eintretenden Temperaturerniedrigung kleiner in den größeren Bodentiefen, größer in den kleineren Bodentiefen.

Analoge Vorgänge treten auch bei den Miethen hervor.

4. Bei den horizontal angelegten und mit Erde eingedeckten Miethen wurden folgende Mittelzahlen in ^{0}R erhalten:

	für die Stärke der Eindeckung von					
	60	80	100	60	80	100
			cm			
	am Kamme der Miethe.			an der Basis der Miethe.		
1881—82	2,36	2,66	2,72	3,52	3,66	4,16
1882—83	—0,28	—0,27	—0,17	1,53	1,74	2,37.

Die mittlere Zunahme der Wärme für die verstärkte Eindeckung von je 20 cm Erde betrug:

für das Jahr 1881—82:

am Kamme 0,18°, an der Miethenbasis 0,32°, im Mittel 0,25°,

für das Jahr 1882—83, für die ersten 20 cm über 60 cm:

am Kamme 0,01°, an der Miethenbasis 0,21°, im Mittel 0,11°,

für die zweiten 20 cm über 60 cm:

am Kamme 0,11°, an der Miethenbasis 0,84°, im Mittel 0,47°.

Es verhalten sich demnach die Jahre ungleich und treten in strengeren Wintern die stärkeren Eindeckungen für die Bewahrung einer höheren Miethenwärme mehr hervor.

Doch erscheinen die Mittelzahlen nicht vollständig geeignet für endgültige Schlüsse. Es handelt sich bei der Anlage der Miethen um den genügenden Schutz gegen das Eindringen des Frostes und für diesen Fall bilden nicht die erhaltenen Mittelzahlen der ganzen Beobachtungszeit, sondern das Auftreten der niedrigsten Temperaturen die Unterlage der Beurtheilung. So wurden im Jahre 1881—82 die kleinsten Temperaturen

bei der Erdstärke von 60 cm am Kamme mit 1,2°, auf der Basis mit 2,0°
„ „ „ „ 80 „ „ „ „ 1,3° „ „ „ „ 2,0°
„ „ „ „ 100 „ „ „ „ 1,4° „ „ „ „ 2,6°

wahrgenommen. Demgemäß hatte das Plus an Wärme, in der Zeit der stärksten Temperatur-Depressionen, für die Zunahme von 20 cm Erdstärke am Kamme nicht 0,18° R., sondern 0,1° R. betragen.

Für das Jahr 1882—83 tritt noch eine weitere Wahrnehmung zu Tage. Der Frost war in die Miethen eingedrungen. Bei einem solchen Vorkommniß wird angenommen, daß Schädigungen des Mietheninhaltes stattgefunden haben. Das Maß dieser Schädigung läßt sich zwar aus der Dauer des Verweilens des Frostes in den Miethen, aus der Tiefe des eingedrungenen Frostes und den daselbst beobachteten Temperaturminima taxiren. Die wichtigste Bestimmung der bewirkten Frostschädigung wird doch nur durch die Waage am Schlusse des Versuches stattfinden können. Da bei den Versuchen diesen Anforderungen für die nähere Bestimmung Rechnung getragen wurde, so seien die diesbezüglichen Angaben hier wiedergegeben.

Es verweilte der Frost in Tagen	am Kamme.	an der Basis.
in der Miethe mit 60 cm Erdeindeckung	121	43
„ „ „ „ 80 „ „	121	—
„ „ „ „ 100 „ „	124	—.

Die beobachteten niedrigsten Temperaturen betrugen:

bei der Miethe mit 60 cm Erddecke . .	—4,5	—0,2
„ „ „ „ 80 „ „ . .	—2,9	0,1
„ „ „ „ 100 „ „ . .	—2,4	0,8.

Aus diesen Zahlen kann geschlossen werden, daß der Frost die Miethe mit 60 cm Erddecke vollständig, die Miethe mit 80 cm Erddecke zum größten Theil und die mit 100 cm Erddecke mehr in den oberen Parthien durchdrungen und den Mietheninhalt derselben in einem diesen Wahrnehmungen entsprechenden Verhältnisse geschädigt hat.

Diese Schlußfolgerungen erscheinen in der That auch zutreffend, wenn selbe mit den erhaltenen Gewichtszahlen der in den Miethen durch Frost vernichteten Rüben verglichen werden.

Miethe mit 60 cm Erddecke enthielt	28,2 %	schlechter Rüben
„ „ 80 „ „ „	21,3 %	„ „
„ „ 100 „ „ „	14,0 %	„ „ .

Wenn wir die **Kammtemperaturen** der einzelnen Miethen mit den Temperaturen der einzelnen Bodentiefen vergleichen, so entspricht für das Jahr 1881—82 die Kammtemperatur der Miethe mit 60 cm Erde der Bodentemperatur von 77 cm Tiefe, die Temperatur der Miethe mit 80 cm Erde der Bodentemperatur von 84 cm Tiefe, und die Temperatur der Miethe mit 100 cm Erde der Bodentiefe von 85,7 cm.

Im Jahre 1882—83 erscheinen diese Zahlen sehr verändert, denn den Kammtemperaturen der Miethen mit den Eindeckungsstärken von 60, 80 und 100 cm entsprechen die korrespondirenden Temperaturen der Bodentiefen von 41,5, 41,6 und 43,8 cm.

Aus diesen Ergebnissen dürfte die Schwierigkeit des Versuches einer solchen Vergleichung zur Genüge zu ersehen sein und darthun, wie veränderlich die einzelnen Jahrgänge sich verhalten können.

Anderseits geht aber doch die Wahrnehmung hervor, daß die Temperaturen der Miethen in kalten Wintern niedriger, in warmen Wintern höher waren als die korrespondirenden Bodentiefen.

Die Erklärung hierfür dürfte darin liegen, daß in milden Wintern die unter einem größeren Winkel auf die Miethen auftreffenden Sonnenstrahlen, in kalten Wintern wieder die kalten Luftströmungen sich mehr Geltung verschaffen und in die Miethen mehr eindringen als in den horizontal gelagerten Boden.

Es dürften diese Beispiele auch den Nachweis liefern, daß die in gewissen Gegenden ermittelten Bodentemperaturen für die zu gebenden Erdstärken bei Miethen nur einen relativen Maßstab abzugeben vermögen und mit den nothwendigen Abänderungen bei der Anlage von Miethen zu verwenden sind.

5. Die Wärmeuntersuchungen an den in **verschiedenen Tiefen** angelegten Miethen sollen die Wärmeunterschiede zwischen diesen und den horizontalen Miethen darthun. Auch die sich daran schließenden Versuche mit Stroh-, Dünger- und Torfeindeckungen etc. verfolgen denselben Zweck. Es erscheint daher nothwendig, daß den in der Folge anzuführenden Versuchsresultaten auch jene der horizontal angelegten Miethen für die Vergleichung angefügt werden.

Die diesbezüglich erhaltenen Resultate lauten im Folgenden:

für das Jahr **1881—82:**

	Kamm.	Basis.	Differenz gegenüber der horizontalen Miethe. Kamm.	Basis.
horizontal angelegte Miethe . .	2,66	3,66	—	—
25 cm vertieft angelegte Miethe	2,47	4,40	—0,19	+0,74
40 cm vertieft angelegte Miethe	3,47	5,01	+0,81	+1,35

für das Jahr **1882—83:**

	Kamm.	Basis.	Kamm.	Basis.
horizontale Miethe	—0,27	1,74	—	—
25 cm vertieft angelegte Miethe	—0,33	3,17	—0,06	+1,43
50 cm vertieft angelegte Miethe	—0,25	3,56	+0,02	+1,82

für das Jahr **1883—84:**

	Temperatur am Kamme.	Temperatur an der Basis.	Differenz gegenüber der 25 cm vertieft angelegten Miethe. Kamm.	Basis.
25 cm vertieft veranlagte Miethe	1,95	4,63	—	—
60 „ vertieft veranlagte Miethe	3,22	4,64	+1,27	+0,01
70 „ vertieft veranlagte Miethe	3,90	5,51	nicht vergleichbar[1]).	

Vertieft angelegte Miethen hatten in der Mehrzahl der Fälle nur eine Erhöhung der Temperatur der Basis beobachten lassen. Eine Erhöhung der Kammtemperatur wurde erst wahrgenommen, wenn die Miethe 40 cm tief oder darüber angelegt war. Doch erscheint die Erhöhung der

[1]) In diese Miethe war am 10. Januar Untergrundwasser eingedrungen und der Versuch mit diesem Tage geschlossen worden.

Temperatur an der Miethenbasis als sehr wesentlich, wenn berücksichtigt wird, daß der größte Theil des Mietheninhaltes an dem unteren Theile der Miethe zu finden ist.

In Hinsicht der **Zahl der Frosttage** in den Miethen, wie der in denselben **beobachteten Minimaltemperaturen** haben die in dem strengen Winter 1882—83 zu vergleichenden Versuchen gewählten Miethen das nachstehende Resultat ergeben:

Es betrug die Zahl der Frosttage:

	am Kamme.	auf der Basis.
bei der horizontal angelegten Miethe . . .	121	—
„ „ 25 cm vertieft angelegten Miethe . .	125	—
„ „ 50 „ „ „ „ . .	115	—.

Die beobachteten Minimaltemperaturen erreichten:

bei der horizontal angelegten Miethe . . .	—2,9	0,1
„ „ 25 cm vertieft angelegten Miethe . .	—4,0	1,4
„ „ 50 „ „ „ „ . .	—4,4	1,8.

Die Zahl der Frosttage war allerdings gleich, verschieden stellen sich jedoch die erreichten Minimaltemperaturen dar. Aus den letzteren kann gefolgert werden, daß der Frost bei der horizontal angelegten Miethe viel tiefer eingedrungen ist, und die Verlustziffer erfrorener Rüben nicht unwesentlich erhöht hat. In Wirklichkeit betrug

	die Prozentzahl schlechter Rüben
bei der horizontalen Miethe	21,3 %
„ „ Miethe mit 25 cm Vertiefung	7,6 %
„ „ „ „ 50 „ „	5,1 %.

6. Für die Wirksamkeit des **Pferdedüngers** als Hilfsmaterial bei der Eindeckung von Rübenmiethen wurden die nachstehenden Versuche mit den folgenden Resultaten erhalten:

	Temperatur der Miethe in ° nach R.	
1881—82.	am Kamme.	auf der Basis.
Miethe, horizontal, 80 cm Erddecke	2,66	3,66
a) Miethe, horizontal, 30 cm Erde, Dünger als Zwischenschichte in der Stärke von 10 cm, darauf 20 cm Erde	2,37	3,77
Miethe, 25 cm vertieft, 80 cm Erddecke . .	2,47	4,40

	Temperatur der Miethe in ° nach R. am Kamme.	auf der Basis.
b) Miethe, 25 cm vertieft, 80 cm Erddecke, mit 5 cm Dünger als Unterlage	2,89	5,04
c) Miethe, 25 cm vertieft, 50 cm Erddecke, 15 cm Dünger, sogleich aufgelegt	3,92	4,97
d) Miethe, 40 cm vertieft, 50 cm Erddecke, 15 cm Dünger, verspätet aufgelegt . . .	2,79	4,25.

Die horizontal angelegte Miethe mit der Erddecke von 80 cm hat sich wärmer erwiesen **als** die Miethe mit der 10 cm starken Zwischenschichte Dünger. Letztere darf in ihrer Wirkung einer Miethe mit 70 cm Erddecke gleich gestellt werden.

Dünger, in einer Stärke von 5 cm unter die Basis **der Miethe** gebracht, hat die Temperatur derselben gegenüber der sonst gleich veranlagten Miethe um 0,41° am Kamme und 0,64° an der Basis vermehrt.

Das nachträgliche Auflegen des Düngers nach einer eingetretenen Frostperiode läßt die auf diese Art behandelte Miethe gegenüber einer bei der Anlage mit Dünger bedeckten Miethe viel kälter erscheinen. Die Differenz zwischen beiden Miethen betrug 1,13° am Kamme und 0,72° an der Basis; im Mittel 0,92°. Wird berücksichtigt, daß erstere Miethe 40, letztere Miethe 25 cm tief veranlagt war, so berechnet sich die korrigirte mittlere Temperaturdifferenz auf 1,23° R.

Gegenüber der ähnlich auf 25 cm Tiefe angelegten und mit 80 cm Erde bedeckten Miethe erwies sich die Düngerauflage von 15 cm wärmer, obwohl die Erdschichte unter dieser nur die Stärke von 50 cm besaß. Die Differenz betrug am Kamme der Miethe 1,45°, an der Basis derselben 0,47°.

1882—83.	Temperatur der Miethe in °R. am Kamme.	auf der Basis.
Miethe, horizontal, 80 cm Erddecke	—0,27	3,52
a) Miethe, „ 50 „ Erde, 50 cm Dünger	0,33	2,76
b) „ „ 50 „ „ 15 „ „	0,73	2,48
c) „ „ 50 „ „ 20 „ „	1,75	1,96.

Die Kammtemperaturen der mit Dünger bedeckten Miethen sind höher, die Temperaturen an der Basis niedriger, als die Temperaturen der Miethe mit 80 cm Erddecke. Mit der Zunahme der Stärke der

Düngerdecke wächst die Kammtemperatur und sinkt die Temperatur an der Basis.

Die **Dauer, während welcher der Frost in den Miethen** sich befand, betrug in Tagen:

	am Kamme der Miethe.	an der Basis der Miethe.
bei der Miethe mit 80 cm Erddecke	121	—
„ „ „ „ 50 „ Erde und 10 cm Dünger	107	—
„ „ „ „ 50 „ „ „ 15 „ „	87	—
„ „ „ „ 50 „ „ „ 20 „ „	—	—.

Die hierbei beobachteten kleinsten Temperaturen waren:

bei der Miethe mit 80 cm Erddecke	—2,9	0,1
„ „ „ „ 50 „ Erde und 10 cm Dünger	—1,8	1,0
„ „ „ „ 50 „ „ „ 15 „ „	—0,8	0,7
„ „ „ „ 50 „ „ „ 20 „ „	0,6	0,3.

Die Verlustprozente durch Frost vernichteter Rüben erreichten:

bei der Miethe mit 80 cm Erddecke	21,3 %
„ „ „ „ 50 „ Erde und 10 cm Dünger . . .	1,6 %
„ „ „ „ 50 „ „ „ 15 „ „ . . .	3,9 %
„ „ „ „ 50 „ „ „ 20 „ „ . . .	3,3 %.

Die Düngerauflage war daher der stärkeren Eindeckung mit 80 cm Erde in jeder Hinsicht überlegen.

7. Ueber die mit der Verwendung des **Strohes** bei der Eindeckung der Rübenmiethen erhaltenen Resultate geben die nachstehenden Mittelzahlen die gewünschte Auskunft:

1881—82.	Mittlere Temperatur der Miethe in °R. auf dem Kamme.	an der Basis.
Miethe, horzizontal, 80 cm Erde	2,47	4,40
„ „ 10 „ Stroh, 50 cm Erde . .	4,43	4,20
„ „ 10 „ „ als Zwischenschichte	3,18	4,81.

10 cm Stroh auf die Rüben unmittelbar aufgelegt, erhielten die Miethe wärmer wie die gleichstark verwendete Zwischenschichte Stroh, und diese verhielt sich wieder wärmer, wie die Erddecke von 80 cm.

1882—83.				Temperatur der Miethe in °R. am Kamme.	auf der Basis.
Miethe, horizontal,	80 cm Erddecke		. . . .	—0,17	3,52
„ „	50 „ Erddecke,	5 cm Stroh		—1,01	1,03
„ „	50 „ „	10 „ „		—0,86	1,59
„ „	50 „ „	15 „ „		—0,86	3,20.

Das Stroh erwies sich in der Außenauflage nicht gleichwerthig mit der Schutzdecke von 30 cm Erde. Kamm und Basis waren kälter wie die mit 80 cm Erde eingedeckte Miethe. Verstärktere Auflagen von Stroh vermochten nur die Temperatur der Basis zu erhöhen.

Für die Zahl der in den Miethen beobachteten Frosttage und der Minimaltemperaturen wurden die nachstehenden Daten erhalten:

			Frosttage am Kamme.	Frosttage an der Basis.	Beobachtete Minimal-temperatur. Kamm.	Beobachtete Minimal-temperatur. Miethe.
Miethe, horizontal,	80 cm Erddecke	. . .	121	—	—2,9	0,1
„ „	50 „ Erde,	5 cm Stroh	124	101	—6,8	—0,9
„ „	50 „ „	10 „ „	124	39	—5,6	—0,2
„ „	50 „ „	15 „ „	127	—	—4,9	1,1.

Die Verlustprozente an verdorbenen Rüben betrugen bei

Miethe, horizontal,	80 cm Erddecke	. . . .	21,3
„ „	50 „ Erde,	5 cm Stroh	16,3
„ „	50 „ „	10 „ „	6,7
„ „	50 „ „	15 „ „	0,2.

Es tritt uns hier die Eigenthümlichkeit entgegen, bei welcher bei den mehr durchkälteten und von niedrigen Temperaturen stärker heimgesuchten Rübenmiethen die kleineren Verlustziffern angetroffen werden. Diese Anomalie zeigten nur die Miethen, bei welchen Stroh verwendet wurde, und geht daraus hervor, daß Stroh, in genügender Menge angewendet, ein günstiges Konservirungsmaterial abgegeben hat.

1883—84.	Temperatur der Miethe in °R. am Kamme.	auf der Basis.
Miethe, 25 cm vertieft, 100 cm Erddecke . . .	1,95	4,63
Miethe, 25 „ „ Stroh als Zwischenschichte, 30 cm Erde, 20 cm Stroh, 30 cm Erde . .	3,62	4,99.

Nach den Versuchsresultaten bildet Stroh ein vorzügliches Ersatzmittel für Erde, und ist dieser für Eindeckungen bei Miethen vorzuziehen, wo es nur angängig erscheint. Am meisten bewährte sich dasselbe für

die Erhaltung der höheren Temperatur in den Miethen bei der unmittelbaren Auflage auf den Rüben; weniger wirksam war das Stroh in der Verwendung als Zwischenschichte; am wenigsten bei der bloßen Oberauflage auf bereits mit Erde gedeckten Schichten. Und auch in diesem Falle war die Verlustziffer an erfrorenen Rüben sehr klein, wenn die Strohschichte in genügender Mächtigkeit zur Anwendung gelangte.

8. Für die Benutzung von **Torf** als Eindeckungsmaterial liegt nur ein Versuch aus dem Jahre 1883—84 vor. Bei diesem hat sich eine Schichte von 30 cm Torf wirksamer für die Konservirung der Miethentemperatur erwiesen wie eine Schichte Erde in der Stärke von 50 cm. Die mittleren Temperaturen der Miethen lauteten:

	für den Kamm.	für die Basis.
bei der Miethe, 25 cm vertieft, 100 cm Erde	1,95	4,63
„ „ „ 25 „ „ 50 „ „ und 30 cm Torf	3,03	4,19.

9. Die Untersuchung der **Eigenwärme des Mietheninhaltes**, wenn solcher aus **verschiedenen großen Rüben** besteht, führte zu den nachstehenden Ergebnissen:

1883—84.	Mittlere Temperatur in ° R. am Kamme.	auf der Basis.
Miethen, 25 cm vertieft, 100 cm Erddecke.		
a) Mietheninhalt, kleine Rüben von 100 gr Gewicht	2,57	5,24
b) „ mittelgroße Rüben von 500 gr Gewicht	1,95	4,63
c) Mietheninhalt, Futterrüben von 1500—3000 gr Gewicht	1,76	4,37.

Die kleinen Rüben bewahrten die größte Wärme in den Miethen, diesen folgten die mittelgroßen Rüben, und die geringsten Temperaturen wiesen die großen Rüben nach.

10. Ueber die Wärmeverhältnisse in Miethen aufbewahrter **Samenrüben** und Rüben, welche nach Art der Fabriks- oder Futterrüben in Miethen eingeschüttet und dann mit Erde bedeckt werden, belehren uns die nachstehenden Versuche:

1882—83.	Mittlere Temperatur der Miethe am Kamme.	auf der Basis.
Miethe, Fabriksrüben, horizontal, 100 cm Erddecke	—0,17	2,37
„ Samenrüben, „ 100 „ „	—0,12	1,18
„ „ 10 cm vertieft, 115 cm „	0,83	1,61
„ „ 25 „ „ 130 „ „	1,20	1,94.

Die Miethe mit Samenrüben wird mehr abgekühlt wie die Miethe mit Fabriksrüben; namentlich tritt dieser Unterschied an der Basis der Miethe hervor. Die geringere Temperatur an der Miethenbasis war auch wahrzunehmen, wenn eine Vertiefung der Anlage auf 25 cm und eine Verstärkung der Erddecke auf 130 cm erfolgte.

Die Ursache dieser Erscheinung liegt in der Erde, in welche die Samenrüben eingebettet sind, und welche die Wärme besser leitet als die Luft, welche in der Miethe mit den eingeschütteten Fabriksrüben in ungleich größerer Menge vorhanden ist.

Die Samenrübenmiethen zeigen in Folge dessen geringere Temperaturen bei den einfallenden Kälteperioden und größere Schwankungen in den Temperaturextremen. Sie weisen eine größere Zahl von Frosttagen auf und lassen auch niedrigere Temperaturminima beobachten.

Bei den in Rede stehenden Miethen betrug die beobachtete

	Zahl der Frosttage		Minimaltemperatur	
	am Kamme.	auf der Basis.	am Kamme.	auf der Basis.
Miethe, Fabriksrüben, horizontal, 100 cm Erddecke	124	--	—2,4	0,8
Miethe, Samenrüben, horizontal, 100 cm Erddecke	125	81	—3,5	—0,8
Miethe, Samenrüben, 10 cm vertieft, 115 cm Erddecke	84	—	—0,8	0,2
Miethe, Samenrüben, 25 cm vertieft, 130 cm Erddecke	21	—	—0,2	0,4.

Die Unterschiede gegenüber der Miethe mit Fabriksrüben sind sehr erheblich, und weisen auf die Nothwendigkeit hin, bei Samenrübenmiethen eine größere Vorsorge gegen Frost, sei es durch tiefere Einlagerung, oder stärkere Eindeckung, oder durch beide Vornahmen zu treffen.

11. Analoge Wahrnehmungen gestattete die Erdmiethe. Dieselbe war innerhalb zwei Jahren zum Versuche herangezogen worden, und enthielt die gleichen Dimensionen wie die mit Fabriksrüben angelegten Miethen, nur bestand bei denselben der Mietheninhalt aus Erde.

Im Jahre 1882—83 betrug die mittlere Temperatur

	am Kamme.	an der Basis.
bei der Fabriksrübenmiethe, horizontal, 100 cm Erddecke	—0,17	2,37
bei der Erdenmiethe, horizontal, 100 cm Erddecke	—0,33	1,20.

Im Jahre 1883—84 waren die nachstehenden Resultate erhalten worden:

	Mittlere Temperatur am Kamme.	an der Basis.
Fabriksrübenmiethe, 25 cm vertieft, 100 cm Erddecke	1,95	4,63
Erdenmiethe, 25 cm vertieft, 100 cm Erddecke	2,14	2,68.

Die Erdmiethe war demnach in beiden Jahren, namentlich an der Basis, erheblich kälter.

Eine noch stärkere Beleuchtung erfährt die Eigenwärme der Rüben in Miethen, wenn die im Jahre 1882—83 beobachtete Zahl der Frosttage, wie die Minimaltemperaturen einer näheren Beobachtung unterzogen werden.

	Beobachtete Zahl der Frosttage am Kamme.	an der Basis.	Minimaltemperatur am Kamme.	an der Basis.
Miethe mit Fabriksrüben	124	—	—2,4	0,8
Erdmiethe	127	72	—4,8	—1,2.

Die eingedrungene Minimaltemperatur betrug daher bei der Erdmiethe am Kamme —4,8, an der Basis —1,2, bei der Rübenmiethe nur —2,4 und 0,8. Die Erdmiethe war durch 72 Tage vollständig vom Froste durchdrungen, die Rübenmiethe zeigte an der Basis keine Temperatur unter Null.

In übersichtlicher Zusammenstellung lauten die Gesammtresultate in der Reihenfolge **der Höhe der beobachteten mittleren Temperaturen der Miethen,** wie der dabei beobachteten **Minimaltemperaturen** im Folgenden:

Art der Veranlagung der Miethen, Art des Deckmaterials und Stärke des angewendeten Deckmaterials.	Mittlere Temperatur der Miethen in °R.	Beobachtete Minimaltemperaturen in °R. am Kamm.	auf der Basis.
1881—82:			
1. Miethe, 25 cm tief, 50 cm Erde, 15 cm Dünger	4,45	2,4	3,8
2. „ 25 „ „ 10 „ Stroh, 50 „ Erde	4,31	2,6	2,5
3. „ 40 „ „ 80 „ Erde	4,24	1,9	3,5
4. „ 25 „ „ auf 5 cm Dünger ruhend, 80 cm Erde	3,96	1,3	3,4
5. „ 40 „ „ 50 cm Erde, 15 cm Dünger bei verspäteter Auflage	3,52	1,6	2,8
6. „ 50 „ „ 50 cm Erde, 10 cm Stroh, 20 cm Erde	3,50	2,1	3,4
7. „ horizontal, 100 „ „	3,48	1,4	2,6
8. „ 25 cm tief, 80 „ „	3,16	1,0	3,0
9. „ horizontal, 80 „ „	3,16	1,3	2,0
10. „ „ 30 „ „ 10 cm Dünger, 20 cm Erde	3,07	1,0	2,5
11. „ „ 60 „ „	2,93	1,2	2,0

Art der Veranlagung der Miethen, Art des Deckmaterials und Stärke des angewendeten Deckmaterials.	Mittlere Temperatur der Miethen in °R.	Beobachtete Minimaltemperaturen in °R.	
		am Kamm.	auf der Basis.
1882—83:			
1. Miethe, horizontal, 50 cm Erde, 20 cm Dünger .	1,87	0,6	0,3
2. „ 50 cm vertieft, 80 cm Erde	1,65	—4,4	1,8
3. „ horizontal, 50 cm Erde, 15 cm Dünger .	1,60	—0,8	0,7
4. „ mit Samenrüben, 25 cm vertieft, 130 cm Erde	1,57	—0,2	0,4
5. „ horizontal, 50 cm Erde, 10 cm Dünger .	1,54	—1,8	1,0
6. „ 25 cm vertieft, 80 cm Erde	1,42	—4,0	1,4
7. „ mit Samenrüben, 10 cm vertieft, 115 cm Erde	1,22	—0,8	0,2
8. „ horizontal, 50 cm Erde, 10 cm Stroh . .	1,17	—4,9	1,1
9. „ „ 100 „ „	1,10	—2,4	0,8
10. „ „ 80 „ „	0,73	—2,9	0,1
11. „ „ 60 „ „	0,62	—4,5	—0,2
12. „ mit Samenrüben, horizontal, 100 cm Erde	0,53	—3,5	—0,8
13. „ Mietheninhalt Erde, horizontal, 100 „ „	0,43	—4,0	—1,2
14. „ horizontal, 50 cm Erde, 10 cm Stroh . .	0,36	—5,6	—0,2
15. „ „ 50 „ „ 5 „ „ . .	0,01	—6,8	—0,9
1883—84:			
1. Miethe, 50 cm vertieft, 30 cm Erde, 20 cm Stroh, 30 „ „	4,30	2,7	3,6
2. „ 60 „ „ 80 „ „	3,93	1,7	2,8
3. „ 25 „ „ 100 „ „ kleine Rüben	3,90	1,0	3,9
4. „ 25 „ „ 50 „ „ 30 cm Torf .	3,61	2,0	2,7
5. „ 25 „ „ 100 „ „ mittelgrosse Rüben	3,29	0,4	3,2
6. „ 25 „ „ 100 cm Erde, grosse Rüben	3,06	0,3	3,0
7. „ 25 „ „ 100 „ „ Mietheninhalt Erde	2,41	0,9	1,6

Im Allgemeinen decken sich die beobachteten Minimaltemperaturen mit den mittleren Temperaturen der ganzen Miethe; sie weichen aber erheblich für die Fälle ab, wo zur Eindeckung nur Erde verwendet wurde. In diesen ist fast jederzeit eine relativ niedere Kammtemperatur und eine relativ hohe Temperatur der Basis zu beobachten.

Bei der Anwendung von **Dünger** ist die gegentheilige Wahrnehmung zu machen. Die Kammtemperaturen sind sehr hoch und die Temperaturen der Basis niedrig. Stroh liefert relativ hohe Kamm- und relativ hohe Temperaturen der Basis. Beide Materialien haben sich deshalb am besten bewährt. Aehnlich, nur etwas abgeschwächt, wirkte Torf. Die vertiefte Anlage der Miethen erzeugt größere Temperaturen an der Basis. Nachdem in dem unteren Theile der Miethe der größte Theil des

Mietheninhaltes verwahrt wird, so tritt diese Art der Einmiethung erheblich vor jener auf horizontaler Fläche hervor, und haben die Untersuchungen auch dargethan, daß bei vertiefter Anlage nur ein kleiner Prozentsatz Rüben durch Frost beschädigt wurde. Die horizontale Einmiethung ergab die größten Verluste mit relativ niedrigen Temperaturen und wird diese im Interesse der erforderlichen Erdbewegungen auch nur bei nassen Lagen der vertieften Unterbringung vorzuziehen sein.

In Hinsicht der Eigenwärme der Rüben ist hervorzuheben, daß die kleineren Rüben sich wärmer verhalten als größere Rüben, und die nach gewöhnlicher Art eingeschütteten Rüben eine viel höhere Temperatur bei den Miethen beobachten ließen als Samenrüben, welche zwischen Erde geschichtet wurden. Derlei angelegte Miethen verhielten sich fast ebenso wie die Miethe, deren Mietheninhalt aus Erde bestand. Nachdem die Erde die Wärme viel schneller annimmt und abgiebt, so wird es auch erklärlich, wann in der Erdmiethe zur Zeit der Wintermonate die geringsten Temperaturen beobachtet wurden.

Neue Litteratur.

H. Gannet. **Bewirken Anbau und Aufforstung eine Zunahme der Niederschläge?** Science. T. XI. Nr. 257 u. 265. — Das Wetter. Herausgegeben von *R. Aßmann.* 1888. Heft 5. S. 97—105.

Die Untersuchungen des Verf., über deren Ergebnisse Herr Dr. *Ernst Wagner* in der bekannten meteorologischen Zeitschrift: „Das Wetter“[1]) in ausführlicher Weise berichtet, behandeln gleichzeitig beide Theile der gestellten Frage und sind um so werthvoller, als sie sich auf sehr ausgedehnte Länderstrecken beziehen, deren Zustand und Klima vor und nach den geschehenen Veränderungen ausreichend bekannt ist, während in Europa die Gebiete, auf welchen derartige Beobachtungen angestellt werden, zu eng begrenzt sind, die Kultur außerdem zu alt ist und die Netze meteorologischer Stationen noch zu jungen Datums sind.

In Bezug auf die Frage des Einflusses der Bewaldung auf die Vermehrung der jährlichen Niederschläge käme die Prairieregion, welche Jowa, das nördliche Missouri, das südliche Minnesota, den größten Theil von Illinois und einen kleinen Theil Indianas umfaßt, zunächst insofern in Betracht, als sich dort der Charakter der Vegetation innerhalb der letzten 30 Jahre sehr geändert hat, indem die große, 5000 Quadratmeilen umfassende, früher ausschließlich mit Gräsern bestandene Fläche im großartigsten Maßstabe aufgeforstet wurde. In Ohio dagegen, welches ca. 1700 Quadratmeilen umfaßt und ursprünglich ganz bewaldet war, wurde das Terrain unbedenklich abgeholzt, so daß gegenwärtig kaum ein Zehntel des früheren Waldbestandes vorhanden ist. Ein drittes Gebiet, welches in Bezug auf Lösung der gestellten Frage heranzuziehen ist, bilden die Staaten Neu-Englands (Massachusetts, Rhode Island, Connecticut mit Theilen von New-York, New-Hampshire und Maine), im Ganzen 1100 Quadratmeilen. Dieselben waren ursprünglich dicht bewaldet, wurden dann fast vollständig abgeholzt, bis neuerdings, nachdem die industrielle Thätigkeit der Bewohner die landwirthschaftliche gänzlich in den Hintergrund treten ließ, mindestens die Hälfte der ehemaligen Ackerbaufläche wieder mit Wald besetzt worden ist.

Durch Zusammenstellung der Beobachtungsresultate der meteorologischen Stationen in den bezeichneten Gebieten sucht Verf. die Frage zu lösen, ob eine Veränderung der Vegetationsdecken mit einer solchen in der Niederschlagsmenge verknüpft gewesen sei. Für die Prärieregion liegen die Beobachtungsreihen von 24 Stationen vor, deren Dauer zwischen 10 und 40 Jahren variirt, im Ganzen 428 Beobachtungsjahre. Diese Reihen wurden nun halbirt, und die Summe der Jahresmenge der beiden Hälften gebildet. Wenn nämlich eine stetige Zunahme stattfindet, muß die zweite Hälfte größere Werthe geben als die erstere. Es wurde nun im Durchschnitt bei den 24 Stationen gefunden (engl. Zoll):

[1]) Im Verlage von *O. Salle* in Braunschweig. Jährl. 12 Hefte im Preise von 6 Mark.



Summen der jährl. Regenmenge.		Differenz.
1. Hälfte	2. Hälfte	
8375	8032	—343.

Nur 6 Stationen zeigten eine Zunahme, alle übrigen eine Abnahme. Dieselbe beträgt 343 Zoll, das macht pro Jahr $\frac{343}{214} = 1,6$ Zoll (41 mm) als mittlere Abnahme.

In Ohio hätte nach der landläufigen Theorie eine Abnahme stattfinden müssen. Die Beobachtungsreihen von 12 Stationen (mit 10- bis 46jährigem Bestehen) wurden wie im vorigen Fall berechnet. In 294 Beobachtungsjahren stellten sich die Verhältnisse wie folgt:

Summen der jährl. Regenmenge.		Differenz.
1. Hälfte	2. Hälfte	
5911	5880	—31.

5 Stationen zeigten eine Zunahme, die übrigen 7 eine Abnahme. Die durchschnittliche Abnahme (0,21 Zoll = 5,3 mm jährlich) ist so gering, daß sich aus derselben nur ein sehr dürftiger Beweis für die ungünstige Wirkung der Entwaldung formiren ließe.

Für die südlichen Staaten von Neu-England muß man während der Perioden der Entwaldung eine Verminderung erwarten, die etwa bis 1860 angedauert haben dürfte, um dann mit der beginnenden Aufforstung wiederum in eine Vermehrung überzugehen. Vor 1860 kommen 18 Stationen in Betracht, von denen 11 für die Folgezeit in Thätigkeit blieben. Bei dem gleichen Verfahren, wie oben, ergeben sich folgende Zahlen:

	Jahre.	Summen der jährl. Regenmenge.		Differenz.
		1. Hälfte.	2. Hälfte.	
Vor 1860	400	8467	9046	+ 579
Nach 1860	200	4582	4582	0.

Das Resultat entspricht den Erwartungen in keiner Weise; in der Periode bis 1860 findet sogar eine unverkennbare Zunahme statt (pro Jahr 2,9 Zoll = 73,7 mm), während nach 1860 die Neuanpflanzung des Waldes keine Veränderung bewirkt hat.

„Nach den vorliegenden Resultaten dürfte mancher geneigt sein, der Entwaldung das Wort zu reden, da ja eine günstige Wirkung auf die Vermehrung des Niederschlages augenfällig sei, doch wollen wir den erhaltenen Zahlen keinen zu hohen Werth beilegen, da die Ungleichartigkeit des Materiales immerhin noch von zu großem Einfluß ist, und die sehr summarische Methode nur insoweit als ausreichend betrachtet werden darf, um das Resultat in folgenden Worten zusammenzufassen: Eine merkliche Vermehrung oder Verminderung der jährlichen Niederschlagsmenge ist mit der Aufforstung resp. der Entwaldung eines Landes nicht verbunden."

Hinsichtlich der Frage, ob der Anbau brachliegenden Landes einen Einfluß auf die Niederschläge ausübe, zieht Verf. die Beobachtungsergebnisse, welche für das Gebiet westlich vom Missouri bis zum Felsengebirge vorliegen, in Betracht. Hier hat eine stetige Zunahme der landwirthschaftlichen Kulturen stattgefunden. Die 26 Stationen, deren Beobachtungsdauer von 6 bis 26 Jahre variirt, sind über das ganze Gebiet genügend vertheilt, und während der fortschreitenden Besiedelung

in Aktion getreten. Die nach der oben geschilderten Methode berechneten Durchschnittswerthe stellen sich wie folgt:

Jahre.	Summen der jährl. Regenmenge.		Differenz.
	1. Hälfte.	2. Hälfte.	
310	4408	4468	+ 60.

An 16 Stationen wurde eine Zunahme beobachtet. Die Gesammtzunahme für das ganze Areal beträgt demnach pro Jahr 0,4 Zoll = 11,6 mm während der zweiten Hälfte. „Daß dieser geringe Betrag, der nicht einmal gleichmäßig vertheilt ist, sondern bei 10 Stationen sogar negativ ausfällt, nicht hinreicht, um die Veränderung des Charakters und der Menge der Niederschläge wahrscheinlich zu machen, liegt auf der Hand. Die Kultivirung des Landes hat daher ebensowenig Einfluß auf den Niederschlag als Abholzung und Aufforstung."

Anmerkung des Referenten. Die vom Verf. angewendete Methode der Berechnung der Beobachtungsresultate muß bei näherem Eingehen zu mancherlei Bedenken Veranlassung geben, besonders wenn man berücksichtigt, daß einerseits die Dauer der Beobachtungen, welche zusammengezogen wurden, eine sehr verschiedene war, und daß andererseits die Stationen in der überwiegenden Mehrzahl erst in neuester Zeit errichtet wurden und deshalb für die in älteren Zeiten bestandenen Verhältnisse keine Beobachtungen, wie solche zur Anstellung eines Vergleichs nothwendig wären, vorliegen. So ist z. B. die Mehrzahl der Stationen in der Prärieregion höchstens 16—18 Jahre alt, während die Aufforstung sehr viel früher begann. Für die Ohioregion gilt dasselbe; die Abholzung fand Ende und Anfang dieses Jahrhunderts vornehmlich statt, während die in Betracht gezogenen Stationen meist erst vor ein oder zwei Dezennien, und nur drei derselben vor 40, 46 resp. 48 Jahren errichtet wurden. Es ist nicht gut einzusehen, wie unter solchen Umständen die gestellte Frage annähernd genau mittelst des vorhandenen Materials beantwortet werden soll. Geradezu unmöglich ist dies unter den vom Verf. zuletzt berührten Verhältnissen zu erreichen, weil, wenn die Stationen (westlich vom Missouri) erst mit fortschreitender Bebauung errichtet werden, für die früheren Zustände keine Beobachtungen vorliegen und somit ein Vergleich nicht gezogen werden kann.

Wenn man die nunmehr sicher festgestellte Thatsache[1]) in Betracht zieht, daß alle Vegetationsdecken, mögen sie aus Gräsern, Ackerpflanzen, Sträuchern oder Bäumen bestehen, dem Boden sehr beträchtliche Mengen von Wasser entziehen und an die Atmosphäre abgeben, so wird mit großer Sicherheit geschlossen werden dürfen, daß die Wälder, wenn der Boden überhaupt mit Pflanzen bedeckt bleibt, auf die Niederschlagsmengen keinen Einfluß ausüben werden, zumal die in den Verdunstungsmengen zwischen verschiedenen Vegetationsformen bestehenden Unterschiede so gering sind, daß die hierdurch bedingten Unterschiede in der Luftfeuchtigkeit schon durch schwache Luftströmungen beseitigt werden. Eine Beeinflussung der Niederschläge wird möglicherweise nur dort sich bemerkbar machen, wo eine Abholzung auf größeren Länderstrecken stattfindet und der Boden

[1]) Vergl. Diese Zeitschrift. Bd. X. 1888. S. 261—344. u. S. 416.

sich nicht wieder mit einer Vegetationsdecke bedeckt, wie dies z. B. der Fall ist, wo das Erdreich von geneigten Flächen nach der Entwaldung fortgeschwemmt wird.

Nach unserer jetzigen Kenntniß dürfte in Bezug auf die Beeinflussung der Niederschlagsmengen nur noch ein Gegensatz zwischen vegetationslosem und mit Vegetation bedecktem Lande, aber kein solcher zwischen dem Wald und anderen Vegetationsformen bestehen. Die weiterhin anzustellenden Untersuchungen werden dies berücksichtigen müssen, sowie den Umstand, daß der Einfluß der Vegetation in der in Rede stehenden Richtung sehr wahrscheinlich nur bei sehr großer Ausdehnung der bedeckten und nackten Flächen in die Erscheinung treten wird. *E. W.*

J. Hann. **Temperatur der Thalsohlen im Winter.** Meteor. Zeitschrift. 1888. Heft 4. S. 148 u. 149.

Die Beobachtungen der Temperatur an verschiedenen Lokalitäten zu Neukirchen im oberen Pinzgau, über deren Ergebnisse in dieser Zeitschrift (Bd. X. 1887. S. 247) berichtet wurde, wurden von dem Beobachter Herrn *Unterwurzacher* im Januar 1888 fortgesetzt. In dem angezogenen Referat wurde die Lage der Oertlichkeit näher geschildert, so daß es nicht nöthig erscheint, hier wieder darauf einzugehen. Nur so viel sei wiederholt: die Thalsohle liegt etwa 40—50 m tiefer als die Station, etwa 500 Schritte davon entfernt; die Station selbst liegt auf einem Abhang. Die Mitteltemperaturen der drei Lokalitäten stellen sich im Januar 1888 wie folgt:

	Meteorologische Station.						20 Schritte von der Station.			Thalsohle.		
	7h	2h	9h	9h	2h	8½h	9h	2h	8½h	9h	2h	8½h
Mittel:	—8,5	—2,7	—6,7	—8,0	—2,8	—6,5	—8,8	—3,2	—7,6	—11,5	—4,6	—10,5
Extreme:	—20,0; 5,0			—19,8; 5,0			—22,2; 4,8			—27,3; 4,0.		

Die Mitteltemperatur aus 9h, 2h, 8½h an der Station war —5,8, 20 Schritte tiefer —6,5 und in der Thalsohle —9,3. In der Thalsohle herrschte meist ein leichter Zugwind von W., d. i. der thalabwärts fließende kalte Luftstrom.

Von den bemerkenswerthesten Temperatur-Aufzeichnungen mögen noch einige hier im Detail aufgeführt werden.

Datum.	Station.			20 Schritte tiefer.			Thalsohle.			Mittlere
Januar 1888.	9h	2h	8½h	9h	2h	8½h	9h	2h	8½h	Bewölkung.
1.	—19,5	—13,6	—16,6	—20,4	—14,0	—17,8	—26,1	—20,0	—25,1	0,0
2.	—17,4	—9,5	—12,4	—18,0	—9,9	—12,8	—25,8	—13,0	—19,0	0,0
14.	—13,7	—5,6	—7,5	—15,0	—5,9	—7,8	—18,7	—8,2	—7,8	6,3
15.	—10,5	—6,1	—11,3	—11,0	—6,4	—12,3	—15,2	—9,4	—16,0	0,0
16.	—11,1	—2,6	—8,9	—12,5	- 3,0	—9,3	—17,1	—6,2	—13,0	2,3
17.	—12,4	—4,7	—9,9	—13,3	—5,1	—11,1	—18,0	—8,0	—15,0	2,6
18.	—13,8	—6,4	—11,9	—15,0	—6,6	—13,5	—19,0	—8,4	—16,5	0,0
19.	—14,3	—5,6	—11,0	—15,5	—6,7	—11,6	—18,7	—8,8	—17,5	0,3
20.	—12,8	— 5,0	—9,8	—13,8	—6,0	—10,9	—19,2	—8,1	—17,0	0,0
30.	—19,7	—10,3	—13,3	—20,5	—10,7	—16,3	—26,9	—13,5	—20,7	3,3
31.	—19,8	—12,2	—17,5	—22,2	—13,2	—18,2	—27,3	—14,4	—26,5	2,0
Mittel:	—15,0	—7,4	—11,8	—16,1	—8,0	—12,9	—21,1	—10,7	—17,6	1,5.

Es herrschte fast den ganzen Monat Windstille, nur an 6 Tagen gab es Windstärken von 2—4. Oefter aber notirt der Beobachter „Wind auf den Bergen".

Die Lage der Station ist also derart windgeschützt, daß sie die Wärmezunahme nach oben leicht zur vollen Entwickelung gelangen läßt.

An ganz trüben Tagen zeigte sich die Temperaturzunahme nach oben gar nicht oder nur ganz unbedeutend. Folgende Zusammenstellung enthält sämmtliche Beobachtungen an Tagen mit einer Bewölkung von 7—10.

Datum.	Station.			20 Schritte tiefer.			Thalsohle.			Mittlere
Januar.	9h	2h	8½h	9h	2h	8½h	9h	2h	8½h	Bewölkung.
3.	—7,7	—2,0	—3,0	—8,0	—2,0	—3,2	—8,0	—2,4	—3,2	9,0
8.	—1,3	1,9	1,3	—1,4	1,7	1,0	—1,7	1,8	1,0	10,0
9.	2,4	5,0	2,4	2,0	4,8	2,1	2,0	4,7	2,2	10,0
22.	—2,5	0,2	0,1	—2,2	—0,1	—0,2	—2,4	—0,1	—0,1	9,7
23.	0,8	3,0	1,5	0,4	2,5	1,0	0,4	2,4	0,9	9,7
24.	1,5	3,4	—0,3	0,8	3,0	—1,4	0,8	2,7	—2,3	7,0
27.	—1,6	—0,3	—3,5	—2,3	—1,1	—4,5	—2,3	—1,2	—4,8	9,7
28.	—11,3	—5,5	—11,3	—12,2	—6,0	—12,2	—14,2	—6,0	—14,5	9,0
Mittel:	—2,5	0,7	—1,6	—2,9	0,3	—2,2	—3,2	0,2	—2,6	9,2.

Man sieht also, daß an trüben Tagen die Temperatur-Vertheilung eine sehr gleichmäßige ist.

Die größte Kälte trat am 1. Februar ein. Die Temperatur war morgens an der Station —21,2°, 20 Schritte tiefer —23,2 und in der Thalsohle —29,5°. Es trat später Wind und Bewölkung ein und die Temperatur stieg rasch, so daß um 2h Nachm. die Temperaturen waren: —10,7, —11,2 und —12,2. *E. W.*

***A. Crova.* Ueber die Selbstregistrirung der Intensität der Sonnenstrahlen.** Comptes rendus, T. CIV. p. 1231 — Annuaire de la Soc. Met. de France. 1887. p. 247—249. — Zeitschrift f. Instrumentenkunde. 1887. Novbr.-Heft.

Der selbstregistrirende nach den Angaben des Verf. konstruirte Apparat[1]) ist im Wesentlichen ein Thermoelement, dessen eine Löthstelle den Sonnenstrahlen ausgesetzt wird. Durch ein Uhrwerk ist Vorsorge getroffen, daß die Strahlen immer senkrecht auf die Fläche der Platte auffallen, welche die eine Löthstelle trägt. Damit die Variationen des Erdmagnetismus nicht störend einwirken, ist das Galvanometer in eine Eisenumhüllung gebracht. Die Registrirungen erfolgen photographisch; die Kurven sind sehr charakteristisch; durch eine fortwährende Zickzacklinie ist das rasche Schwanken der Intensität der Sonnenstrahlung dargestellt. Gleichzeitige kalorimetrische Bestimmungen mittels eines absoluten Pyrheliometers ermöglichen es, die Registrirungen auf absolutes Maß (Kalorien) zu reduziren.

Dieses Aktinometer ist nun seit mehr als einem Jahre an der landwirthschaftlichen Schule zu Montpellier in Thätigkeit, funktionirt ganz befriedigend und gestattete bereits die Aufstellung der ersten ein Jahr umfassenden Beobachtungsresultate über den täglichen und jährlichen Verlauf der Stärke der Sonnenstrahlung an unserer Erdoberfläche. In der obigen ergänzenden Note legt Verf. einige weitere Bemerkungen nieder, welche für die Theorie und Praxis aktinometrischer Beobachtungen nicht ohne Interesse sind. Die Benutzung der statischen Methode

[1]) Comptes rendus. 1885. T. CI. p. 410.

zur Messung der Stärke der Sonnenstrahlung, wobei also der stationäre Temperaturzustand in der die Strahlung rezeptirenden Fläche abgewartet wird, kann offenbar nur dann ein genaues Maß für die erstere Größe liefern, wenn die Bedingung erfüllt ist, daß der „Wasserwerth" (Produkt aus Masse und resp. Wärme) des thermometrischen Reservoirs oder der aktinometrischen Scheibe (die eine exponirte Löthstelle des Thermoelementes), welche die Strahlung auffängt, so klein gewählt werden, daß er praktisch zu vernachlässigen ist. Nur dann können die Schwankungen und oft sehr feinen Oszillationen in der Stärke der Sonnenstrahlung durch den registrirenden Apparat getreu wiedergegeben werden. Je größer eben die Masse des thermometrischen Rezeptors ist, d. h. je länger es dauert, bis der stationäre Zustand eintritt, um so mehr werden die Feinheiten in der aktinometrischen Kurve abgeschwächt, resp. abgestumpft. Um sich jener theoretisch geforderten Bedingung so viel als möglich zu nähern und zugleich die Empfindlichkeit des registrirenden Aktinometers durch Vergrößerung des Potentiales der aktinometrischen Scheibe zu vermehren, hat Verf. dem Eisen-Kupfer-Thermoelement ein solches aus Eisen-Neusilber substituirt, dessen Scheibchen eine Gesammtdicke von nur 0,2 mm und 10 mm Durchmesser hatte; das ganze Gewicht ist bloß 0,125 gr, der Wasserwerth daher ungefähr 12 mgr. Für die nachherige Berechnung, resp. Umsetzung der Angaben des Registrirapparates in absolutes Maß ist es ferner unerläßlich, sich zu versichern, ob der thermometrische Exzeß (Temperaturüberschuß) der aktinometrischen Scheibe hinreichend klein genug ist, um nach dem *Newton*'schen Gesetze seine Proportionalität mit der Erkaltungsgeschwindigkeit voraussetzen zu dürfen. Zu diesem Behufe stellte sich Verf. ein genau gleiches aktinometrisches Element her, wie er ein solches bei seinem Registrirapparate verwendete, und bestimmte mit Hilfe eines Potentiometers das Potential (Potentialdifferenz) dieses aktinometrischen Elementes für eine Temperaturdifferenz der beiden Löthstellen von 1° des hunderttheiligen Thermometers; hieraus ließ sich dann der thermometrische Exzeß der aktinometrischen Scheiben während ihrer Exposition, sowohl für diesen, wie für den eigentlichen Registrirapparat leicht berechnen. Zahlreiche solche Potentialbestimmungen, die an diesem möglichst unter denselben Umständen der Sonnenstrahlung ausgesetzten Hilfsaktinometer und korrespondirend mit den Aufzeichnungen des gewöhnlichen Registrirapparates vorgenommen wurden, führten den Verf. zu nachfolgenden Schlüssen:

1) Die Angabe des Potentiometers unterliegt genau den nämlichen Schwankungen wie der Strom, der die photographische Kurve aufzeichnet; wenn das letztere Diagramm Oszillationen zeigt, so variirt auch die Länge des Meßdrahtes, welcher das Potentialgleichgewicht bestimmt, kontinuirlich und es ist fast unmöglich, diejenige Länge desselben zu finden, welche das Galvanometer auf Null zurückführt.

2) Es ist leicht durch passende Wahl des Widerstandes der Messungsmethode der Stärke der Sonnenstrahlung mit dem Potentiometer eine beliebige Empfindlichkeit zu geben, also z. B. eine Kalorie durch eine Drahtlänge von 500 mm zu repräsentiren.

3) Der thermometrische Exzeß der aktinometrischen Scheibe, die in dem registrirenden Aktinometer der Strahlung ausgesetzt wird, ist 0,54° per Kalorie (Minute cm); in extremen Fällen, wo die Strahlung 1,4 Kal. erreicht, was manchmal an sehr heiteren Tagen geschieht, bleibt indessen der thermometrische Exzeß immer

noch unterhalb eines Grades; innerhalb dieser Grenzen ist das *Newton*'sche Erkaltungsgesetz aber streng anwendbar.

***W. Linß.* Ueber einige die Wolken- und Luftelektrizität betreffende Probleme.** Meteor. Zeitschr. 1887. S. 345. — Naturw. Rundschau. 1888. Nr. 6. S. 71.

Zu der in neuester Zeit mannigfach diskutirten Frage nach der Ursache der Gewitter- und Luftelektrizität liefert Verf. in vorstehendem Aufsatze einen sehr anregenden Beitrag.

Zunächst weist er auf die Wichtigkeit hin, welche für die vorliegende Frage der Nachweis der Elektrizität der Niederschläge besitzt, der bisher noch nicht erbracht ist. Ob die Regentropfen und die Schneeflocken positiv oder negativ elektrisch sind, hat man nur aus dem elektrischen Zustande der Luft geschlossen; da aber das Potential der Luft nicht allein von den Niederschlägen, welche durch sie hindurchfallen, sondern auch von allen in größerer oder geringerer Entfernung befindlichen elektrischen Körpern bestimmt wird, ist der Schluß auf die Elektrizität der Niederschläge nicht beweisend. Verf. schließt seine diesbezüglichen Betrachtungen folgendermaßen:

„Aus der von vielen Beobachtern bestätigten Thatsache, daß in dem Gebiete eines ausgedehnten Regenfalles die negative, im Gebiete eines ausgedehnten Schneefalles die positive Luftelektrizität vorherrscht, läßt sich mit keiner Sicherheit schließen, daß die Regentropfen negativ, die Schneeflocken positiv elektrisch sind; es kann ebensowohl das Gegentheil der Fall sein. Hieraus folgt: 1. Alle Theorien, welche sich auf die erstere Annahme stützen, sind vorerst als rein hypothetisch anzusehen. 2. Um eine gehörige Verbindung der Theorie mit den Beobachtungsthatsachen, insbesondere auch experimentellen Feststellungen zu erreichen, ist unerläßlich, a) daß die Elektrizität der Niederschlagstheilchen direkt durch Auffangen derselben in isolirten Gefäßen bestimmt, b) daß durch Abschließung eines Luftquantums in ringsgeschlossenen, jedoch luftdurchlässigen Leitern und Prüfung der elektrischen Wirkung dieses Luftquantums die elektrische Dichtigkeit der erreichbaren Luftschichten ermittelt, und c) daß durch gleichzeitige Beobachtung an möglichst vielen Punkten eines Niederschlagsgebietes sowohl an der Erdoberfläche, wie in verschiedenen Höhen der Gang des Potentialgefälles genau festgestellt werde."

In seiner Diskussion nimmt Verf. an, daß die feuchte Luft gleichfalls gut isolire und stützt sich dabei nicht bloß auf die Angaben einer Reihe von Physikern, speziell *Luvini*'s, sondern auf eigene zweijährige Beobachtungen, welche darin bestanden, daß er einen isolirten, mit Stanniol überzogenen Pappzylinder mit hervorragender Gabel der Luft vier bis acht Minuten lang exponirte, nachdem der Apparat mit einer bestimmten Menge Elektrizität geladen war. Der Zerstreuungskoëffizient wurde durch den stattgehabten Verlust bestimmt, und aus den Monatsmitteln dieses Werthes, der freilich nicht exakt ausgewerthet ist, ergiebt sich so viel, daß die relative Luftfeuchtigkeit die Zerstreuung der Elektrizität nicht vermehrt; denn die feuchtesten Monate wiesen gerade die geringsten Zerstreuungen auf.

Diese Beobachtungen sind freilich mit Ladungen angestellt, welche die

Spannung der Erdoberfläche bei Weitem übertreffen. Verf. hat daher auch mit Ladungen eines Apparates, welche direkt durch die Erdelektrizität erzeugt waren, Beobachtungen angestellt, und fand, daß in diesem Falle die Verluste im Allgemeinen erheblich größer waren, als die bei den Beobachtungen mit höheren Spannungen ermittelten. Verf. hat diese Beobachtungen nicht regelmäßig fortsetzen können und betont die große Wichtigkeit diesbezüglicher systematischer Untersuchungen. Für die Theorie ergiebt sich aus der nachgewiesenen Zerstreuung der Elektrizität geringer Spannung die Nothwendigkeit, zu erklären, woher der bei heiterem, ruhigem Wetter mit konstanter negativer Bodenelektrizität unausgesetzt stattfindende Zufluß negativer Elektrizität zur Erdoberfläche kommt und wohin die zerstreute Elektrizität verschwindet. Bei Beantwortung dieser Fragen muß auch daran gedacht werden, daß die sich zerstreuende Elektrizität sich in eine andere Kraftform umwandeln könnte.

Wesentlich für die Theorie der Luftelektrizität und durch eingehende Versuche noch weiter aufzuklären sind ferner die Ueberführung der Elektrizität durch Dampf und das elektrische Verhalten der Schneekrystalle und seiner Wassertropfen. In Bezug auf den ersteren Punkt führt Verf., um nachzuweisen, daß die entgegenstehende Beobachtung *Blake*'s, nach welcher Dampf, der von elektrisirtem Wasser aufsteigt, nicht elektrisch ist, für die Verdunstung des Regentropfens nicht maßgebend sei, folgende Beobachtung an. In einem Zimmer wird mittelst eines isolirten Zerstäubungsapparates das Wasser durch einen geriebenen Ebonitstab elektrisirt und zerstäubt; ein mit einem Flammenkollektor verbundenes Elektrometer zeigt dann starke Ausschläge noch bis eine viertel Stunde nach der Zerstäubung.

Ueber das elektrische Verhalten der Niederschläge theilt Verf. folgende Beobachtungen mit. Trockener Schnee wurde negativ elektrisch, wenn er durch ein Eisendrahtgitter gesiebt wurde; danach scheint der Schnee kein so eminent positiver Körper zu sein, und sein Verhalten muß eingehender studirt werden. Wurde ferner Schnee aus einem bis zum Rande gefüllten Gefäße durch Blasen in die Luft zerstreut, so blieb er unelektrisch. Wie sich die Schneekrystalle verhalten, nachdem sie aus einer größeren Höhe herabgefallen, wäre noch näher zu untersuchen.

Auch über das Verhalten von Regentropfen hat Verf. einige gelegentliche Beobachtungen in der Weise gemacht, daß er Wasser durch den Zerstäubungsapparat in eine Wolke verwandelte, die er gegen Metallplatten auffallen ließ und auf ihre Elektrizität untersuchte. Ueber diese Erscheinungen sind in neuester Zeit von mehreren Forschern wichtige Beobachtungen gemacht, die dem Verf. noch nicht bekannt gewesen zu sein scheinen. Obgleich seine Experimente durch diese neuesten Erfahrungen wesentlich ergänzt werden, so bleibt es doch noch ein dringendes Bedürfniß, das elektrische Verhalten der Niederschläge unter verschiedenen Versuchsbedingungen experimentell aufzuklären, da diese Thatsachen den theoretischen Erläuterungen zur Grundlage dienen müssen.

***F. Exner.* Ueber die Abhängigkeit der atmosphärischen Elektrizität vom Wassergehalte der Luft.** Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. **Math.-naturw. Kl. Bd. 96. S. 470.** Der Naturforscher. 1888. Nr. 22. S. 181.

Frühere Untersuchungen des Verf. hatten die Nothwendigkeit ergeben, eine systematische Erforschung des elektrischen Feldes, in dem sich die Erde befindet, vorzunehmen und zwar zunächst bei normalem, schönem Wetter. Als erstes Resultat ergab sich, daß die Oberfläche der Erde eine bedeutende negative Ladung besitzt, deren Größe gemessen werden konnte. Weitere Messungen ergaben, daß außer der Ladung an der Erdoberfläche sich auch noch elektrische Ladungen in der Atmosphäre finden, und daß diese gleichfalls ein negatives Vorzeichen besitzen.

Es wurde ferner die Hypothese aufgestellt, daß diese letzteren Ladungen an den Wasserdampf der Luft gebunden seien und durch den Prozeß des Verdampfens von der Erdoberfläche nach oben geführt würden; zur Stütze dieser Hypothese wurde der bekannte tägliche und jährliche Gang der Luftelektrizität herangezogen und gezeigt, daß stets das größte Potentialgefälle an der Erdoberfläche in der Richtung der Normalen mit dem kleinsten Wassergehalt der Luft zusammenfalle und umgekehrt. Da nun aber die Aufzeichnungen der meteorologischen Stationen für den vorliegenden Zweck nicht verwendbar sind, weil dieselben nicht das Potentialgefälle per Meter in Volt ausdrücken, so benutzt Verf. von ihm selbst angestellte Beobachtungen. Dieselben weichen nun unter scheinbar gleichen Bedingungen häufig sehr stark von einander ab. Verf. erklärt dies aus dem sehr variablen Zustand der Atmosphäre, der auch vorhanden ist, wenn auf der Oberfläche gleiche Zustände herrschen. Nimmt man jedoch aus einer größeren Anzahl von Beobachtungen die Mittelwerthe, so zeigt sich deutlich eine Abhängigkeit des Potentialgefälles von dem absoluten Dunstdrucke der Atmosphäre an normalen, schönen Tagen. Die folgende Tabelle giebt die erhaltenen Zahlen wieder.

Zahl der Beobachtungen.	Dunstdruck mm.	Potentialgefälle in Volt per m.
12	2,3	325
6	3,8	297
11	4,4	197
8	5,5	166
7	6,8	116
14	8,4	106
16	9,5	97
12	10,4	84
14	11,4	74
10	12,5	68.

Für die relative Feuchtigkeit zeigt sich dieser Gang nicht. Verf. schließt deshalb, daß die Intensität der Luftelektrizität oder die Größe des Potentialgefälles in normaler Richtung eine Funktion des Wassergehaltes der Atmosphäre, nicht aber der relativen Feuchtigkeit ist.

Diese Funktion findet Verf. durch theoretische Ueberlegung in folgender Form:

$$\frac{dV}{dn} = \frac{A}{1 + kp.}$$

Hier bedeutet $\frac{dV}{dn}$ das Potentialgefälle, p den entsprechenden Dunstdruck, A das Potentialgefälle bei Abwesenheit allen Wassers in der Atmosphäre und k eine Konstante. Für die Giltigkeit der Formel ist vorausgesetzt: ebene Gegend, freier

Horizont, reine Luft, Anordnung des Wasserdampfes in horizontalen Schichten gleicher Tension und normaler Vertheilung in vertikaler Richtung und schließlich ein stationärer Zustand des Dampfes in der Luft. Für $p = o$ wird das Potentialgefälle hiernach gleich A und wird gleich Null für $p = \infty$, d. h. für einen sehr hohen Dunstdruck. Negativ kann das Potentialgefälle nie werden, vorausgesetzt ein normales Wetter. Die Werthe A und k findet Verf. in erster Annäherung zu 1300 Volt und 1,31.

Von einer direkten Elektrisirung der Luft ist nach dem Verf. nicht zu sprechen, da es bisher absolut nicht gelingen wollte, ein Gas zu elektrisiren, ja nicht einmal mit Hilfe des Ausströmens der Elektrizität unter sehr hoher Spannung aus Spitzen oder glühenden Körpern[1]. Beim Wasser, welches die Erde beim Verdampfen verläßt, liegt die Sache insofern anders, als es jedenfalls nicht unmittelbar in ein permanentes Gas übergeht, sondern im Moment der Lostrennung noch aus mehr oder minder großen flüchtigen Partikeln besteht; dazu kommt, daß der Wasserdampf vorher unzweifelhaft einen Theil der leitenden Erdoberfläche bildete, während eine leitende Berührung zwischen Luft und Erde sehr zweifelhaft ist.

Verf. untersucht jetzt weiter den Verlauf der elektrischen Niveauflächen um die Erde. Um hier ein annäherndes Bild zu erhalten, wählt er den Fall, daß überall dieselbe relative Feuchtigkeit und zwar 70% der Sättigung herrschen möge, dann ergiebt sich aus der Temperaturvertheilung auf der Erdoberfläche der absolute Dunstdruck und aus ihm wieder das Potentialgefälle. Die Flächen, welche auf diese Weise erhalten werden, zeigen an den Polen eine viel größere Annäherung an die Erde als am Aequator. Das Potentialgefälle an den Polen ergiebt sich hiernach etwa 13mal so groß als am Aequator. Die elektrostatische Kraft, d. h. die Kraft, mit welcher die Ladung der Erde die Oberfläche derselben zu verlassen strebt, ist aber dem Quadrate obiger Zahl proportional, im Jahresmittel also 170-mal so groß als in der heißen Zone. Man wird hierdurch unmittelbar an die vehementen elektrischen Vorgänge in den Polargegenden, speziell an das Nordlicht, erinnert; wenn es auch gewagt wäre, die Ursachen des letzteren direkt in einer Ausströmung der Elektrizität zu suchen, so ist doch so viel gewiß, daß die in den Polargegenden so intensive elektrostatische Kraft auf alle in der Atmosphäre, aus welcher Ursache immer, vorgehenden elektrischen Prozesse gerade in jenen Gegenden von besonderem Einflusse sein muß.

Aus den Niveauflächen für die verschiedenen Monate des Jahres zeigt sich die elektrostatische Kraft an den Polen im Juli 16mal, dagegen im Januar 330mal so groß als in der heißen Zone. Man würde daraus folgern, daß, wenn obiger Einfluß besteht, derselbe im Winter bedeutender sein muß als im Sommer. Nun fallen in der That auf die Wintermonate mehrere hundert, auf Juni und Juli dagegen kaum einzelne Nordlichter. Auch die Intensität der magnetischen Störungen in höheren Breiten ist im Winter eine viel beträchtlichere als im Sommer.

Berechnet man die Niveauflächen für größere Höhen (obige Rechnungen und Zahlen gelten für 1 m Höhe am Pol), so ergiebt sich, daß dieselben mit steigender Höhe sich immer mehr der Kugelgestalt nähern.

---

[1] Diese Zeitschrift. Bd. XI. 1888. S. 156.



Der Einfluß des Wasserstaubes auf das Potentialgefälle fand sich auch durch Messungen des letzteren am Lido bei Venedig bestätigt. An einem klaren Tage bei mäßigem Wellengange ergab sich dasselbe 100 m vom Ufer zu 232 Volt, am Ufer selbst dagegen nur zu 160 Volt. An einem andern Tage bei glatter See wurde an beiden Orten derselbe Werth, 138 Volt erhalten.

E. Drory hat gelegentlich einer Reise um die Welt an verschiedenen Punkten der heißen Zone Messungen des normalen Potentialgefälles ausgeführt; dieselben wurden vom Verf. im Anschluß an vorliegende Arbeit publizirt.

Die Beobachtungen sollten eigentlich nur ein qualitatives Resultat anstreben; nämlich die Frage zur Entscheidung bringen, ob das normale Potentialgefälle in allen Breiten sein positives Vorzeichen behält oder, wie einige Theorien fordern, in der Nähe des Aequators ins Negative übergeht. Es wurde aber nicht nur diese Frage gelöst, sondern auch in quantitativer Beziehung eine Uebereinstimmung mit der hier vertretenen Theorie erzielt, indem einmal das Potentialgefälle an schönen Tagen stets positiv gefunden wurde und auch die beobachtete Größe des Potentialgefälles der *Exner*'schen Theorie nicht widerspricht.

***E. Wagner.* Der klimatische Einfluß des Waldes.** Das Wetter. 1888. Heft 4. S. 73.

***S. Duclau.* L'air et l'eau, le poid de l'atmosphère: Composition de l'air et de l'eau.** Limoges. Ardent u. Co. 1887.

***J. Elster* und *H. Geitel.* Ueber die Elektrizitätsentwickelung bei der Tröpfchenreibung.** Annalen d. Phys. und Chem. 1887. Bd. XXXII. No. 1.

***F. Larroque.* Ueber den Ursprung der Elektrizität in der Atmosphäre und die großen elektrischen Erscheinungen.** Lum. électr. 1887. T. XXIII. p. 22 u. 70.

***H. A. Hazen.* Beziehungen zwischen Windgeschwindigkeit und Winddruck.** Amer. Journ. of Science. 1887. Ser. 3. Vol. XXXIV. p. 241.

***R. Forstén.* Ueber den Zusammenhang der Cirrusbewegung mit der Fortpflanzung der Depressionen.** Meteor. Zeitschrift. V. Jahrg. 1888. S. 105.

***C. v. Bermann.* Ueber den Einfluß des Mondes auf das Wetter.** Mitth. a. d. Geb. d. Seewesens. Pola. Bd. XV. Nr. 5. 6. S. 265—282.

***A. Sprung.* Ueber die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit mit Hilfe des Assmann'schen Aspirations-Psychrometers.** Das Wetter. 1888. Heft 5. S. 105.

***F. Horn* und *C. Lang.* Beobachtungen über Gewitter in Bayern, Württemberg und Baden während des Jahres 1887.** Beob. d. met. Stat. im Kgr. Bayern. München. 1887. Th. Ackermann.

C. Lang und *K. Singer*. **Beobachtungen der Schneebedeckung in den bayerischen Alpen und dem Vorlande während des Winters 1886—1887.** Ebenda.

F. Augustin. **Ueber den jährlichen Gang der meteorologischen Elemente zu Prag.** Abh. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. VII. Folge. Bd. II. Math.-naturw. Kl. Nr. 7. Prag. 1888.

G. Hellmann. **Die Regenverhältnisse der iberischen Halbinsel.** Zeitschrift d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin. Bd. XXIII. 1888. Heft 2. 3.

I. Physik des Bodens.

Mittheilungen der chemisch-physikalischen Versuchsabtheilung der Forstakademie Eberswalde.

Untersuchungen über Waldböden.

(Erste Abhandlung.)

Von Dr. **E. Ramann** in Eberswalde.

Es schien wünschenswerth, durch eingehendere Untersuchungen die verschiedenen natürlichen Bodenarten auf ihre Zusammensetzung und ihre Eigenschaften zu prüfen.

Besonders günstige Verhältnisse bieten hiezu die Schichten des nordischen Diluvium. Mächtige Sand- und Mergellagen bez. die Verwitterungsrinde der letzteren, der Lehm, zeigen bis in große Tiefen oft außerordentlich einheitliche Verhältnisse. Die Natur hat hier so gleichartige Böden geschaffen, wie sie unter andern Umständen nur die menschliche Kunst in den Versuchsgärten herzustellen vermag.

Die vorliegende Arbeit behandelt **fein-** bis **mittelkörnigen Sandboden;** dieselben sind auf ihr natürliches Bodenvolumen, Korngrößen, den Wassergehalt in verschiedenen Tiefen und endlich auf die Einwirkung untersucht, welche die größeren Thiere, insbesondere die Regenwürmer ausüben.

Die beobachteten Böden liegen in unmittelbarer Nähe von Eberswalde, am Wege von Eberswalde nach Spechthausen (Biesenthal). Von den Niveauverhältnissen giebt die beigefügte kleine Karte einen Ueberblick. Der größte Theil der Böden wird von sehr tiefgründigen, überall über zwei Meter mächtigen Diluvialsand gebildet. Nur an wenigen Stellen wurden abweichende Bodenschichten (Diluvialmergel, Mergelsand) innerhalb der untersuchten Fläche getroffen.

Die Beobachtungspunkte wurden so gewählt, daß dieselben einen Höhenunterschied von je 5 m zeigten. Es sollte so gleichzeitig die Bedeutung der Höhenlage für den Wassergehalt kennen gelernt werden.

Die Probeentnahme geschah mittelst Erdbohrer; die gewonnenen Mengen wurden sofort in nummerirte Gläser mit eingeschliffenem Glasstöpsel gefüllt, im Laboratorium im feuchten Zustande und nach dem völligen Trocknen bei 120° gewogen.

Die Volumbestimmung erfolgte in der Weise, daß ein zylindrisches Eisengefäß mittelst der Hand oder eines breiten hölzernen Schlägels ganz allmählich in den Boden eingetrieben wurde. Durch genau angepaßte Deckel konnte dann die Erde in ihrer ursprünglichen Lagerung herausgehoben werden. Das Gefäß war am unteren Ende um ein Millimeter verjüngt, so daß eine Pressung der eingeschlossenen Erdschichten völlig vermieden wurde. Die einzelnen Beobachtungen gaben so übereinstimmende Zahlen, daß der wahrscheinliche Fehler nicht viel über ein Prozent beträgt.

Der Humusgehalt wurde durch Glühen bestimmt. Für so reine Sandböden wie die vorliegenden ist dies Verfahren unbedingt zulässig und giebt genauere Resultate als es eine Elementaranalyse vermag.

Der Thongehalt ist in den vorliegenden Bodenarten ein ganz verschwindender und beträgt in den meisten Fällen noch nicht 1/10 Prozent. Es wurde daher von der Bestimmung desselben Abstand genommen, falls nicht ein Vorversuch eine merkbare, dauernde Trübung des Schlämmwassers ergab.

In den wenigen Fällen, wo Thon angegeben ist, wurde die Methode von *Schlösing* angewendet. Dieselbe giebt ein einfaches Mittel an die Hand, die Bodenbestandtheile unter 0,02 mm Korngröße abzuscheiden; keineswegs bietet sie aber Gelegenheit, den „Thon“, also wasserhaltige kieselsaure Thonerde von den übrigen Bodenbestandtheilen zu trennen. Die Aufschlämmung dieser feinsten Bodentheilchen ist auf die innere Reibung des Wassers zurückzuführen und ausschließlich von der Korngröße bez. dem spezifischen Gewicht der Bestandtheile abhängig. Es gelang so z. B. dem Verfasser, indem er genau nach der Vorschrift von *Schlösing* arbeitete, aus fein gepulvertem und gebeuteltem Bergkrystall nicht weniger als 4,71 % „Thon“ zu erhalten. Es ist daher in der Arbeit überall der Ausdruck „feinste Theile“ für die im ruhenden Wasser abschlämmbaren Bestandtheile gebraucht worden.

Der direkt gewonnene Boden wurde an Ort und Stelle in fest verschließbare Glasflaschen eingefüllt und mit ca. 30 gr des Bodens eine Wasserbestimmung vorgenommen.

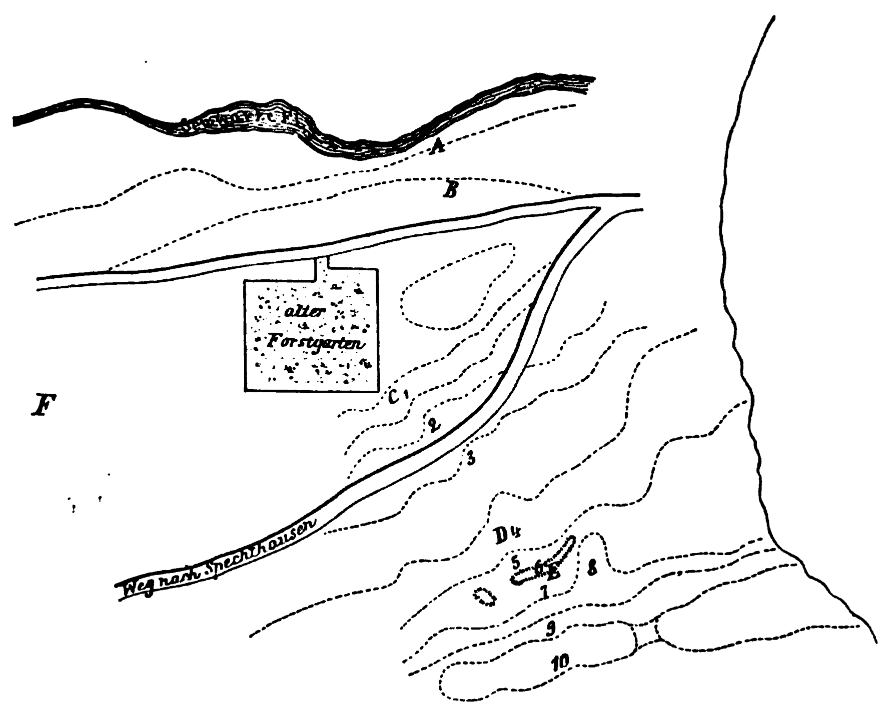
Die Bestimmung des spezifischen Gewichts erfolgte mit den bei 120° getrockneten Bodenproben in Pyknometern unter Benzol. Mehrfache Vorversuche hatten dem Verf. es wahrscheinlich erscheinen lassen, daß Benzol in Folge seiner großen Beweglichkeit und der Leichtigkeit, mit welcher dasselbe alle Poren erfüllt, das geeignetste Material sei. Die gewogenen Bodenproben (20—30 gr) wurden in die Pyknometer gebracht und mit Benzol übergossen; theilweise erfolgte die Verdrängung der dem Boden anhängenden Luftschichten durch Auskochen und theilweise unter der Luftpumpe. Beide Methoden ergaben gleiche Resultate.

Es ist auffällig, welche Luftmengen selbst so grobkörnige Bodenarten, wie die hier untersuchten, kondensirt enthalten. Namentlich die Gefäße, in denen humose Bodenarten mit Benzol enthalten waren, boten unter der Luftpumpe fast das Bild einer kochenden Flüssigkeit, so stark war das Entweichen der Gasblasen.

Das Porenvolumen wurde aus dem gefundenen Bodengewicht und dem spezifischen Gewicht der festen Bestandtheile durch Rechnung erhalten.

Die Beobachtungen über die Zahl und Bedeutung der Regenwürmer wurden in der Weise ausgeführt, daß ein Quadratmeter Fläche abgegrenzt und der Boden durch ein mittelgrobes Sieb geschlagen wurde. Die Regenwürmer blieben dann entweder auf dem Siebe zurück oder wurden in den seltenen Fällen, daß sie durch die Maschen des Siebes hinabfielen, leicht gesehen. Der Verf. kann versichern, daß wahrscheinlich kein einziger Regenwurm der Beobachtung entgangen ist. Das Sammeln der Regenwürmer erfolgte bei feuchter Witterung und nach vorhergegangenem Regen; diese für Trockenheit so empfindlichen Thiere befinden sich dann überwiegend an der Oberfläche des Bodens. Mit dem Absieben wurde aufgehört, wenn in zwei Dezimeter Erde kein Wurm mehr gefunden wurde und ein sorgfältiger Abstich der Bodenfläche keine Wurmröhren mehr zeigte. Die Regenwürmer wurden nach dem Sammeln gewogen und so ihr Gewicht bestimmt.

Das Folgende giebt eine Darstellung der gemachten Beobachtungen. Die Einschläge sind auf dem Kärtchen (S. 302) mit lateinischen Buchstaben, die Beobachtungspunkte für den Wassergehalt mit Zahlen bezeichnet.



$\frac{1}{12000}$ *A—F.* Einschläge. 1—10. Versuchsfläche für Wasserbestimmung.
.... Höhenkurven.

A. 1. Einschlag.

In der Nähe eines Baches, der „Schwärze“, unmittelbar neben dem neuen botanischen Garten. Dichter geschlossener Bestand von 120jährigen Kiefern, als Unterholz 40—60jährige Buchen, Weißbuchen und Hasel. Kiefernboden der II. Ertragsklasse. Die Bodendecke besteht aus der Streu der Kiefern und der Laubhölzer, welche dem Boden locker aufliegt; sparsam finden sich Heidelbeere, daneben Oxalis acetosella, Maiblumen und Anemone nemorosa.

Die Grenze der starken Wurzelausbreitung der Waldbäume liegt bei 80 cm Tiefe.

Bis 3 m Tiefe wurde gleichartiger Diluvialsand erbohrt.

Auf ein Meter Fläche fanden sich 10 Regenwürmer mit einem Gesammtgewicht von 9,4 gr.

Bis zu 80 cm Tiefe war der Boden locker und krümelig, wenn auch

die Krümelstruktur von etwa 60 cm Tiefe an etwas weniger deutlich hervortrat.

Es wurden wie auch in den späteren Einschlägen fünf Bodenproben entnommen und zwar 1. an der Oberfläche, 2. in 20—31 cm, desgleichen 3. in 40—51, 4. in 60—71, 5. in 80—91 cm Tiefe.

1. Oberfläche 0—11 cm Tiefe. Der Boden zeigt Krümelstruktur.

961 cc wiegen feucht	1222 gr
961 „ „ trocken	1139 gr
Wassergehalt	6,76 Gew. %
„	8,62 Vol. %
Glühverlust	3,86 %
Spez. Gewicht des Bodens	2,629
Volumen der festen Bestandtheile	433 cc
Porenvolumen	54,9 %.

Korngrößen.	
Größer als 3 mm (Steine)	0,1 %
2—3 „	0,15 „
1—2 „	0,6 „
0,5—1 „	3,7 „
0,25—0,5 „	44,0 „
kleiner als 0,25 „	51,5 „.

2. Schicht 20—31 cm Tiefe. Der Boden zeigt Krümelstruktur.

961 cc wiegen feucht	1438 gr
961 „ „ trocken	1401 gr
Wassergehalt	2,56 Gew. %
„	3,83 Vol. %
Glühverlust	1,05 %
Spez. Gew. des Bodens	2,638
Volumen der festen Bestandtheile	531 cc
Porenvolumen	44.8 %.

Korngrößen.	
Größer als 3 mm (Steine)	0,5 %
2—3 „	0,4 „
1—2 „	0,7 „
0,5—1 „	3,7 „
0,25—0,5 „	47,3 „
kleiner als 0,25 „	47,8 „

3. Bodenschicht 40—51 cm Tiefe. Der Boden zeigt Krümelstruktur.

961 cc wiegen feucht	1418 gr
961 „ „ trocken	1386 gr
Wassergehalt	2,24 Gew. %
„	3,30 Vol. %
Glühverlust	1,02 %
Spez. Gewicht des Bodens	2,641
Volumen der festen Bestandtheile .	525 cc
Porenvolumen	45,3 %.
Korngrößen. Größer als 3 mm (Steine) . . .	0,6 %
2—3 „	0,3 „
1—2 „	0,7 „
0,5—1 „	4,1 „
0,25—0,5 „	49,7 „
kleiner als 0,25 „	45,5 „.

4. Bodenschicht 60—71 cm Tiefe. Krümelstruktur ist noch wahrnehmbar, tritt aber schon erheblich zurück gegen eine dichtere Lagerung der einzelnen Körner.

961 cc wiegen feucht	1533 gr
961 „ „ trocken	1488 gr
Wassergehalt	2,91 Gew. %
„	4,54 Vol. %
Glühverlust	0,72 %
Spez. Gew. des Bodens	2,630
Volumen der festen Bestandtheile .	566 cc
Porenvolumen	41,1 %.
Korngrößen. Größer als 3 mm (Steine) . . .	0.3 %
2—3 „	0,3 „
1—2 „	0,6 „
0,5—1 „	1,0 „
0,25—0,5 „	54,4 „
kleiner als 0,25 „	41,9 „.

5. Bodenschicht 80—91 cm Tiefe. Der Boden zeigt Einzelkornstruktur.

961 cc wiegen feucht	1512 gr
961 „ „ trocken	1470 gr
Wassergehalt	2,80 Gew. %

Wassergehalt	4,41 Vol. %
Glühverlust	0,38 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,690
Volumen der festen Bestandtheile .	547 cc
Porenvolumen	43,2 %.

Korngrößen.	Größer als 3 mm (Steine) . . .	0,1 %
	2—3 „	0,2 „
	1—2 „	0,6 „
	0,5—1 „	2,1 „
	0,25—0,5 „	53,0 „
	kleiner als 0,25 „	44,0 „

B. 2. Bodeneinschlag.

Zwischen dem neuen Forstgarten und der Eberswalder Samendarre.

Die Bestandsverhältnisse wie in A; auf dem Boden findet sich eine reichliche Lage von Rohhumus, etwa 1 cm stark. Heidelbeere ist etwas reichlicher als bei A vorhanden. Die Krümelstruktur hört schon bei 30—50 cm Tiefe auf, bei 50 cm ebenfalls die starke Wurzelverbreitung des Bestandes.

Regenwürmer fehlen gänzlich.

Der Boden zeigt bis zu 3 m Tiefe reinen Diluvialsand; in den obersten Lagen zeigen sich die ersten Spuren einer beginnenden Ortsteinbildung.

1. Bodenschicht 0—11 cm Tiefe. Der Boden zeigt Krümelstruktur.

961 cc wiegen feucht	1178 gr
991 „ „ trocken	1099 gr
Wassergehalt	6,61 Gew. %
„	8,11 Vol. %
Glühverlust	4,77 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,615
Volumen der festen Bestandtheile .	421 cc
Porenvolumen	56,2 %.

Korngrößen.	Größer als 3 mm (Steine)	0,25 %
	2—3 „	0,2 „
	1—2 „	0,4 „
	0,5—1 „	2,3 „
	0,25—0,5 „	45,0 „
	kleiner als 0,25 „	52,2 „.

2. Bodenschicht 20—31 cm Tiefe. Der Boden zeigt Krümelstruktur.

961 cc wiegen feucht	1395 gr
961 „ „ trocken	1354 gr
Wassergehalt	2,91 Gew. %
„	4,26 Vol. %
Glühverlust	1,80 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,655
Volumen der festen Bestandtheile .	506 cc
Porenvolumen	47,4 %.

Korngrößen.	
Größer als 3 mm (Steine)	0,03 %
2—3 „ . . .	0,3 „
1—2 „ . . .	0,5 „
0,5 —1 „ . . .	2,5 %
0,25—0,5 „ . . .	45,0 „
kleiner als 0,25 „ . . .	51,7 „.

3. Bodenschicht 40—51 cm Tiefe. Der Boden zeigt noch schwache Krümelstruktur, geht jedoch zum großen Theil schon in Einzelkornstruktur über.

961 cc wiegen feucht	1537 gr
961 „ „ trocken	1497 gr
Wassergehalt	2,61 Gew. %
„	4,18 Vol. %
Glühverlust	0,81 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,679
Volumen der festen Bestandtheile .	557 cc
Porenvolumen	42,1 %

Korngrößen.	
Größer als 3 mm (Steine)	0,02 %
2—3 „ . . .	0,2 „
1—2 „ . . .	0,4 „
0,5—1 „ . . .	1,66 „
0,25—0,5 „ . . .	37,8 „
kleiner als 0,25 „ . . .	59,8 „.

4. Bodenschicht. Der Boden zeigt Einzelkornstruktur.

961 cc wiegen feucht	1603 gr
961 „ „ trocken	1552 gr
Wassergehalt	3,19 Gew. %

Wassergehalt	5,32 Vol. %
Glühverlust	0,43 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,716[1])
Volumen der festen Bestandtheile .	563 cc
Porenvolumen	41,4 %

Korngrößen.	Größer als 3 mm (Steine)	0,13 %
	2—3 „ . . .	0,16 „
	1—2 „ . . .	0,1 „
	Größer als 0,4 —1 mm (Steine)	1,5 %
	0,25—0,5 „ . . .	45,9 „
	kleiner als 0,25 „ . . .	52,1 „ .

5. Bodenschicht 80—91 cm Tiefe. Der Boden zeigt Einzelkornstruktur.

961 cc wiegen feucht	1612 gr
961 „ „ trocken	1543 gr
Wassergehalt	4,30 Gew. %
„	7,21 Vol. %
Glühverlust	0,26 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,739
Volumen der festen Bestandtheile .	563 cc
Porenvolumen	41,4 % .

Korngrößen.	Größer als 3 mm (Steine)	0,2 %
	2—3 „ . . .	0,08 „
	1—2 „ . . .	0,2 „
	0,5—1 „ . . .	1,7 „
	0,25—0,5 „ . . .	42,2 „
	kleiner als 0,25 „ . . .	56,0 „ .

C. 3. Einschlag.

In einer Senke an der Spechthäuser Straße.

Bestandsverhältnisse wie vorige. Bodendecke aus lose aufliegender Streu und sparsamer Vegetation bestehend, namentlich Oxalis acetosella, sehr sparsam Heidelbeere.

---

[1]) Der Sand ist etwas eisenschüssig, woraus sich das hohe Eigengewicht erklärt.

Die tieferen Schichten gehören zum Diluvialsand; die oberen 60 cm sind zum Theil von den umliegenden Höhen abgeschwämmt; gehören also nach den Aufnahmen der preußischen geologischen Landesanstalt zu den „Abrutsch- und Abschlämmmassen" und enthalten daher bestimmbare Mengen an feinsten Theilen. In den tieferen Lagen des Bodens verschwinden diese jedoch völlig.

Die Regenwurmbevölkerung war zahlreich; gehörte jedoch fast ausschließlich kleineren Arten an. In der Humusdecke fanden sich nur kleine (1 größerer, wahrscheinlich Lumbricus communis, war wohl durch das Arbeiten an die Oberfläche getrieben worden) Formen, in der Tiefe etwas größere. Zusammen 23 Stück von 9,3 gr Gewicht. Außerdem fanden sich, wenn auch in geringer Zahl, Elaterenlarven, Fadenwürmer und Tausendfüße.

Bis zu 60—70 cm Tiefe war deutliche Krümelstruktur vorhanden, die nach unten in Einzelkornstruktur überging.

1. Bodenschicht 0—11 cm Tiefe; deutliche Krümelstruktur vorhanden.

961 cc wiegen feucht	1289 gr
961 „ „ trocken	1227 gr
Wassergehalt	4,78 Gew. %
„	6,41 Vol. %
Glühverlust	2,78 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,667
Volumen der festen Bestandtheile .	406 cc
Porenvolumen	57,8 %.

Korngrößen.	Größer als 3 mm (Steine)	0,05 %
	2—3 „ . . .	0,16 „
	1—2 „ . . .	0,3 „
	0,5—1 „ . . .	2,6 „
	0,25—0,5 „ . . .	45,4 „
	kleiner als 0,25 „ . . .	51,3 „
(darin feinste Bestandtheile, % des Bodens	. .	0,37 „).

2. Bodenschicht 20—31 cm Tiefe. Krümelstruktur.

961 cc wiegen feucht	1356 gr
961 „ „ trocken	1313 gr
Wassergehalt	3,16 Gew. %

Wassergehalt	4,46 Vol. %
Glühverlust	0,95 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,736
Volumen der festen Bestandtheile .	479 cc
Porenvolumen	50,2 %.

Korngrößen.		
	Größer als 3 mm (Steine)	1,47 %
	2—3 „ . . .	— „
	1—2 „ . . .	0,3 „
	0,5—1 „ . . .	1,7 „
	0,25—0,5 „ . . .	46,7 „
	unter 0,25 „ . . .	51,2 „

(darin feinste Bestandtheile, % des Bodens . 0,27 „).

3. Bodenschicht 40—51 cc. Noch ist Krümelstruktur vorhanden, dieselbe nimmt jedoch sichtlich ab.

961 cc wiegen feucht	1510 gr
961 „ „ trocken	1463 gr
Wassergehalt	3,08 Gew. %
„	4,84 Vol. %
Glühverlust	0,57 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,675
Volumen der festen Bestandtheile .	547 cc
Porenvolumen	43,0 %.

Korngrößen.		
	Größer als 3 mm (Steine)	0,75 %
	2—3 „ . . .	0,4 „
	1—2 „ . . .	0,4 „
	0,5—1 „ . . .	2,8 „
	0,25—0,5 „ . . .	39,8 „
	kleiner als 0,25 „ . . .	56,4 „

(darin feinste Theile, % des Bodens . . . 0,23 „).

4. Bodenschicht 60—71 cm Tiefe. Krümelstruktur ist kaum mehr zu beobachten.

961 cc wiegen feucht	1546 gr
961 „ „ trocken	1479 gr
Wassergehalt	4,36 Gew. %
„	7,00 Vol. %
Glühverlust	0,35 %

Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,698
Volumen der festen Bestandtheile .	548 cc
Porenvolumen	43,0 %.

Korngrößen.	Größer als 3 mm (Steine)	0,76 %
	2—3 „ . . .	0,24 „
	1—2 „ . . .	0,4 „
	0,5—1 „ . . .	2,3 „
	0,25—0,5 „ . . .	42,5 „
	kleiner als 0,25 „ . . .	54,6 „
(darin feinste Bestandtheile, % des Bodens .		0,18 „).

5. Bodenschicht 80—91 cm Tiefe. Ausgesprochene Einzelkornstruktur.

961 cc wiegen feucht	1555 gr
961 „ „ trocken	1493 gr
Wassergehalt	4,00 Gew. %
„	6,47 Vol. %
Glühverlust	0,32 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,673
Volumen der festen Bestandtheile .	559 cc
Porenvolumen	41,8 %.

Korngrößen.	Größer als 3 mm (Steine)	0,04 %
	2—3 „ . . .	0,13 „
	1—2 „ . . .	0,3 „
	0,5—1 „ . . .	2,4 „
	0,25—0,5 „ . . .	45,4 „
	kleiner als 0,25 „ . . .	51,4 „
(darin feinste Bestandtheile, % des Bodens .		0,11 „).

Der Einschlag C entspricht der ersten Station der Wasserbestimmungen im Boden.

D. 4. Einschlag.

Bestandsverhältnisse wie vorige. Die Bodendecke ist auf geschlossenen Flächen dieselbe; an lichten Stellen ziemlich reichlicher Wuchs von Gräsern und Adlerfarren; außerdem reichlich Erdbeere und Heidelbeere. Die oberste Schicht des Bodens an solchen Stellen (an einer derselben wurde der Einschlag vorgenommen) mit einem ziemlich dichten Wurzelfilz bedeckt.

1,8—2 m Diluvialsand, darunter lagert sehr steiniger fester Diluvialmergel.

Von Regenwürmern fanden sich kleinere und größere Formen gemischt; auf 1 Meter Fläche 21 Stück mit einem Gewicht von 11,8 gr.

Der Einschlag entspricht der 4. Station der Wasserbeobachtung im Boden.

1. Bodenschicht 0—11 cm Tiefe. Unterhalb des Wurzelfilzes entnommen, zeigt ausgesprochene Krümelstruktur.

961 cc wiegen feucht	1398 gr
961 „ „ trocken	1182 gr
Wassergehalt	15,45 Gew. %
„	22,46 Vol. %
Glühverlust	2,30 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,620
Volumen der festen Bestandtheile .	451 cc
Porenvolumen	53,1 %.

Korngrößen.	
Größer als 3 mm (Steine)	0,03 %
2—3 „ . . .	0,13 „
1—2 „ . . .	0,2 „
0,5—1 „ . . .	2,4 „
0,25—0,5 „ . . .	36,4 „
kleiner als 0,25 „ . . .	60,8 „.

2. Bodenschicht 20—31 cm Tiefe. Krümelstruktur.

961 cc wiegen feucht	1515 gr
961 „ „ trocken	14,12 gr
Wassergehalt	6,83 Gew. %
„	10,77 Vol. %
Glühverlust	0,85 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,644
Volumen der festen Bestandtheile .	535 cc
Porenvolumen	44,3 %.

Korngrößen.	
Größer als 3 mm (Steine)	0,03 %
2—3 „ . . .	0,13 „
1—2 „ . . .	0,4 „
0,5—1 „ . . .	4,9 „
0,25—0,5 „ . . .	38,5 „
kleiner als 0,25 „ . . .	56,2 „

3. Bodenschicht 60—71 cc. Krümelstruktur sehr wenig bemerkbar.

961 cc wiegen feucht	1518 gr
961 „ „ trocken	1419 gr
Wassergehalt	6,55 Gew. %
„	10,35 Vol. %
Glühverlust	0,90 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,672
Volumen der festen Bestandtheile .	531 cc
Porenvolumen	44,7 %.
Korngrößen. Größer als 3 mm (Steine)	0.04 %
2—3 „	—
1—2 „	0,3 „
0,5—1 „	3,3 „
0,25—0,5 „	27,9 „
kleiner als 0,25 „	68,6 „

4. Bodenschicht 60—71 cm Tiefe. Krümelstruktur tritt sehr zurück.

961 cc wiegen feucht	1508 gr
961 „ „ trocken	1404 gr
Wassergehalt	6,94 Gew. %
„	10,89 Vol. %
Glühverlust	0,88 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,668
Volumen der festen Bestandtheile .	523 cc
Porenvolumen	44,9 %.
Korngrößen. Größer als 2 mm (Steine)	0,02 %
2—3 „	—
1—2 „	0,18 „
0,5—1 „	1,0 „
0,25—0,5 „	13,0 „
kleiner als 0,25 „	85,8 „.

5. Bodenschicht 80—91 cm Tiefe. Zeigt Einzelkornstruktur.

961 cc wiegen feucht	1606 gr
961 „ „ trocken	1477 gr
Wassergehalt	8,04 Gew. %
„	13,41 Vol. %

Glühverlust	. . . .	0,43 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile	.	2,724
Volumen der festen Bestandtheile	.	543 cc
Porenvolumen	. . . .	43,5 %.
Korngrößen.	Größer als 3 mm (Steine)	0,01 %
	2—3 „	—
	1—2 „	0,1 „
	0,5—1 „	0,3 „
	0,25—0,5 „	10,1 „
	kleiner als 0,25 „	89,5 „.

E. 5. Einschlag.

Schmaler, etwa 20—30 Schritt breiter, nach beiden Seiten abfallender Dünenrücken.

Die Bestandesverhältnisse entsprechen dem vorigen, nur daß die unterstellten Buchen auf dem Rücken, nicht jedoch an den Abhängen desselben fehlen.

Bodendecke nicht besonders reichlich, neben Oxalis acetosella und Heidelbeere finden sich Aira flexuosa und Luzula pilosa.

Der Boden zeigt deutlich die ersten Spuren der Ortsteinbildung.

Regenwürmer sind nur größere Formen vorhanden. Auf ein Meter Fläche fanden sich 11 Stück mit einem Gewicht von 9,4 gr.

Die Stelle des Einschlags entspricht der 6. Station zur Wasserbeobachtung.

Steine sowie Körner über 2 mm Größe fehlen völlig.

1. Bodenschicht. Deutliche Krümelstruktur.

961 cc wiegen feucht	. . . . .	1396 gr
961 „ „ trocken	. . . . .	1245 gr
Wassergehalt	. . . .	10,83 Gew. %
„	. . . .	15,75 Vol. %
Glühverlust	. . . .	3,17 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile	.	2,620
Volumen der festen Bestandtheile	.	475 cc
Porenvolumen	. . . .	50,6 %.
Korngrößen.	1—2 mm	0,18 %
	0,5—1 „	2,4 „

0,25—0,5 mm . . . . 40,6 %
kleiner als 0,25 „ . . . . 56,8 „.

2. **Bodenschicht** 20—31 cm Tiefe. Deutliche Krümelstruktur.

961 cc wiegen feucht	1431 gr
961 „ „ trocken	1374 gr
Wassergehalt	4,01 Gew. %
„	5,97 Vol. %
Glühverlust	1,37 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,638
Volumen der festen Bestandtheile .	520 cc
Porenvolumen	45,9 %.

Korngrößen.

1—2 mm	0,24 %
0,5—1 „	2,1 „
0,25—0,5 „	39,6 „
kleiner als 0,25 „	57,9 „.

3. **Bodenschicht** 40—51 cm Tiefe. Die Krümelstruktur ist fast völlig in Einzelkornstruktur übergegangen.

961 cc wiegen feucht	1582 gr
961 „ „ trocken	1513 gr
Wassergehalt	4,34 Gew. %
„	7,14 Vol. %
Glühverlust	0,60 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,641
Volumen der festen Bestandtheile .	573 cc
Porenvolumen	40,4 %.

Korngrößen.

1—2 mm	0,14 %
0,5—1 „	3,0 „
0,25—0,5 „	44,6 „
kleiner als 0,25 „	52,3 „.

4. **Bodenschicht** 60—71 cm Tiefe. Mit deutlicher Einzelkornstruktur.

961 cc wiegen feucht	1641 gr
961 „ „ trocken	1579 gr
Wassergehalt	3,80 Gew. %

Wassergehalt	6,49 Vol. %
Glühverlust	0,41 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,658
Volumen der festen Bestandtheile .	594 cc
Porenvolumen	38,2 %.

Korngrößen.		
	1—2 mm	0,18 %
	0,5—2 „	1,0 „
	0,25—0,5 „	13,0 „
	kleiner als 0,25 „	85,7 „.

5. Bodenschicht 80—91 cm Tiefe. Mit Einzelkornstruktur.

961 cc wiegen feucht	1700 gr
961 „ „ trocken	1615 gr
Wassergehalt	5,00 Gew. %
„	8,84 Vol. %
Glühverlust	0,22 %
Spez. Gew. der Bodenbestandtheile .	2,684
Volumen der festen Bestandtheile .	603 cc
Porenvolumen	37,3 %.

Korngrößen.		
	1—2 mm	0,1 %
	0,5—1 „	0,3 „
	0,25—0,5 „	10,1 „
	kleiner als 0,25 „	89,5 „.

F. 6. Einschlag.

Hinter Pfeils Garten. Räumiger (0,6) Kiefernbestand, etwa 80- bis 100jährig; ringsum von gleichalterigen Kiefern mit unterständigen Buchen umgeben.

Der Boden ist mit einer dichten Decke von Heidelbeere, Aira flexuosa und Moosrasen bedeckt; unter den letzteren namentlich Hypnum abietinum und H. tamariscinum, sparsamer sind Polster von Dicranum scoparium.

Unter der Bodendecke findet sich eine 3—5 cm mächtige Schicht von Rohhumus (Torf nach Müller). Die Grenze der starken Wurzelverbreitung etwa bei 25 cm Tiefe.

Regenwürmer fehlen gänzlich.

1. Bodenschicht 0—11 cm Tiefe, unterhalb der Rohhumusschicht entnommen. Der Boden ist fest und zeigt nur sehr wenig Krümelbildung.

961 cc wiegen feucht	1503 gr
961 „ „ trocken	1473 gr
Wassergehalt	1,97 Gew. %
„	3,12 Vol. %
Glühverlust	1,35 %
Spez. Gewicht der Bodenbestandtheile	2,579
Volumen der festen Bestandtheile .	571 cc
Porenvolumen	40,6 %.

Korngrößen. Größer als 3 mm (Steine) . . .	0,45 %
2—3 „	1,4 „
1—2 „	0,6 „
0,5—1 „	3,4 „
0,25—0,5 „	44,8 „
kleiner als 0,25 „	50,0 „.

2. Bodenschicht 20 — 31 cm Tiefe. Deutliche Krümelbildung vorhanden.

961 cc wiegen feucht	1535 gr
961 „ „ trocken	1471 gr
Wassergehalt	4,17 Gew. %
„	6,66 Vol. %
Glühverlust	1,01 %
Spez. Gewicht der Bodenbestandtheile	2,626
Volumen der festen Bestandtheile .	559 cc
Porenvolumen	41,8 %.

Korngrößen. Größer als 3 mm (Steine) . . .	0,85 %[1]
2—3 „	0,5 „
1—2 „	0,8 „
0,5—1 „	3,7 „
0,25—0,5 „	43,8 „
kleiner als 0,25 „	51,2 „.

---

[1]) Ein größerer Stein machte allein 0,45 % des Bodengewichtes aus.

3. **Bodenschicht** 40—51 cm Tiefe. Deutliche Einzelkornstruktur.

961 cc wiegen feucht	1645 gr
961 „ „ trocken	1582 gr
Wassergehalt	3,84 Gew. %
„	6,56 Vol. %
Glühverlust	0,56 %
Spez. Gewicht der Bodenbestandtheile	2,655
Volumen der festen Bestandtheile .	597 cc
Porenvolumen	37,9 %.
Korngrößen. Größer als 3 mm (Steine) . . .	0,4 %
2—3 „	0,5 „
1—2 „	0,7 „
0,5—1 „	3,2 „
0,25—0,5 „	40,4 „
kleiner als 0,25 „	55,3 „.

4. **Bodenschicht** 60—71 cm Tiefe. Einzelkornstruktur.

961 cc wiegen feucht	1693 gr
961 „ „ trocken	1627 gr
Wassergehalt	3,87 Gew. %
„	6,82 Vol. %
Glühverlust	0,56 %
Spez. Gewicht der Bodenbestandtheile	2,648
Volumen der festen Bestandtheile .	614 cc
Porenvolumen	36,1 %.
Korngrößen. Größer als 3 mm (Steine) . . .	2,2 % [1])
2—3 „	0,9 „
1—2 „	1,1 „
0,5—1 „	3,8 „
0,25—0,5 „	46,7 „
kleiner als 0,25 „	47,8 „.

5. **Bodenschicht** 80—91 cm Tiefe. Einzelkornstruktur.

961 cc wiegen feucht	1657 gr
961 cc wiegen trocken	1590 gr
Wassergehalt	4,04 Gew. %
„	6,96 Vol. %

[1]) Darunter zwei größere Steine mit 1,6% des gesammten Bodengewichtes.

Glühverlust	0,28 %
Spez. Gewicht der Bodenbestandtheile	2,644
Volumen der festen Bestandtheile .	624 cc
Porenvolumen	35,1 %.

Korngrößen.		
	Größer als 3 mm (Steine) . . .	0,8 %
	2—3 „	1,1 „
	1—2 „	0,7 „
	0,5—1 „	3,8 „
	0,25—0,5 „	51,4 „
	kleiner als 0,25 „	43,8 „ .

Schlussfolgerungen.

Die Dichtigkeit der Lagerung der Bodenbestandtheile in den untersuchten Sandböden ist abhängig von dem Gehalt an humosen Stoffen und der Krümelung.

In den humosen Lagen findet sich durchschnittlich ein Porenvolumen von über 50 %, allmählich nimmt dies in den tieferen Schichten ab. Je nachdem sich die Krümelung tiefer oder weniger tief in die Bodenschichten erstreckt, erfolgt die Abnahme langsamer oder schneller. Aber selbst in den dichtesten Schichten ist die Lagerung noch immer eine sehr lose. Das geringste beobachtete Porenvolumen beträgt immer noch 35 %. Die Durchlüftung des Sandbodens ist daher eine sehr hohe.

Das beobachtete spezifische Gewicht der Bodentheile ist ein um so geringeres, je reichlicher der Gehalt an Humus im Boden ist. In den tieferen Schichten steigt es durchschnittlich nicht unerheblich, einmal in Folge der immer geringeren Beimischung organischer Substanzen, anderseits in Folge von Abscheidungen von Eisenoxyd und dessen Hydrat, welche in den untersuchten Bodenarten sehr reichlich erfolgen und oft ganze Schichten des Bodens gelbbraun färben.

Ein besonderes Interesse beansprucht das Vorkommen oder Fehlen der Regenwürmer. Unter acht Einschlägen, in denen nach diesen Thieren gesucht wurde, fehlten sie in vier.

Als wesentlicher Unterschied trat für dieselben die Bodendecke hervor. Ueberall, wo eine moor- oder torfartige Lage von humosen Stoffen dem Boden auflagert, scheinen die Regenwürmer zu fehlen oder doch sehr selten zu sein.

Die Ursache dieser Erscheinung ist wohl in der sauren Reaktion dieser Schichten zu suchen. Zwar geben auch humose Schichten, welche von Regenwürmern bewohnt werden, gelegentlich den wässrigen Auszügen eine schwach saure Reaktion, diese tritt jedoch fast immer ein, wenn dichtere Lagen von Rohhumus sich angesammelt haben.

Eigenthümlich ist es, daß Lackmus deutlich die Reaktion zeigte, während Methylorange dieselbe nicht erkennen ließ.

Nach *Darwin*[1]) ist nun Essigsäure, und wahrscheinlich sind es auch andere Säuren, ein tödtliches Gift für Regenwürmer. Ein Glasstab mit Essigsäure befeuchtet und dann in ein ziemlich großes Glas mit Wasser getaucht, in denen sich Regenwürmer befanden, brachte dieselben immer rasch zum Absterben. Es ist daher wahrscheinlich, daß die saure Reaktion jener humosen Schichten die Regenwürmer tödtet oder wenigstens zur Auswanderung veranlaßt.

In dem von derartigen Humusschichten bedeckten Boden verschwindet die Krümelstruktur immer mehr, der Boden lagert sich fester zusammen und wird für das Eindringen der Pflanzen- bezw. Baumwurzeln immer ungünstiger. Je dichter ein Boden gelagert ist, um so weniger tief ist die Hauptverbreitung der Wurzeln.

Die Thatsache, daß die Gegenwart der Regenwürmer mit einer ausgiebigen Krümelstruktur des Bodens verbunden ist, daß die letztere immer mehr zurücktritt in Bodenarten, die mit Rohhumus bedeckt sind und bis in höhere Lagen Einzelkornstruktur zeigen, ist daher unbestreitbar.

Nach den Arbeiten von *Darwin*[2]), *Hensen*[3]) und *Müller*[4]) würde nun jeder geneigt sein, die Schlüsse jener Forscher unbedingt anzunehmen und die Regenwürmer als maßgebende Regulatoren des Bodens und dessen Fruchtbarkeit anzuerkennen. Das ganze Buch von *Müller* enthält keine Beobachtung, welche so unbestreitbar seine Ansichten zu bestätigen scheint, als dies die hier ausgeführten thun. Und dennoch kann der Verf. zeigen, daß die Folgerungen, wie sie namentlich von *Müller* für den Waldboden gezogen wurden, einfache Zirkelschlüsse sind. Sie beruhen auf einer Verwechselung von Ursache und Wirkung.

---

[1]) Bildung der Ackererde etc. S. 90.

[2]) Bildung der Ackererde durch Würmer. Stuttgart 1882.

[3]) Landwirthsch. Jahrbücher. 1882. S. 660.

[4]) Die natürlichen Humusformen. Berlin 1887.

Die in den betreffenden Böden vorhandene Regenwurmmenge kann überhaupt nicht die Wirkungen hervorbringen, welche man ihr in Bezug auf die Krümelung der Bodentheile zugeschrieben hat.

In den vier Einschlägen, welche Regenwürmer ergeben haben, fanden sich in einem Meter Waldboden:

1. 10 Regenwürmer im Gewicht von 9,4 gr
2. 23 „ „ „ „ 9,3 „
3. 21 „ „ „ „ 11,8 „
4. 11 „ „ „ „ 9,4 „.

Im Durchschnitt darf man daher ein Lebendgewicht von 10 gr für den Meter Fläche annehmen. Dieselben sind in den Trockenperioden des Sommers sowie bei Frostwetter unthätig.

Die einzig vorliegenden Wägungen der durchschnittlich von Regenwürmern gelieferten Excremente finden sich bei *Hensen*[1]). Er giebt die täglichen Ausscheidungen auf etwa $^1/_6$ des Lebendgewichtes an. Nimmt man die Tage des Jahres, in denen die Regenwürmer thätig sind, außerordentlich hoch zu dreihundert an, so würden jährlich auf 1 m Fläche

$$300 \times 1,66 = 498 \text{ gr Boden}$$

durch den Körper der Würmer hindurchgehen. Da das Durchschnittsgewicht der oberen zehn Centimeter humoser Boden für den Liter etwa 1200 gr beträgt, so würden 240 Jahre nothwendig sein, um nur der obersten Bodenschicht von zehn cm die Krümelstruktur zu verschaffen. Nun findet sich diese immer bis auf größere Tiefen, meist bis 50, oft bis 80 cm, ja sie kann sich sogar auf mehr als Metertiefe erstrecken. Daß unter solchen Umständen es ausgeschlossen erscheint, die Krümelung auf die Ausscheidungen der Regenwürmer zurückzuführen, ist einleuchtend und selbst noch unmöglich, wenn man die Thätigkeit derselben zehnmal so hoch veranschlagen wollte, als es hier geschehen ist.

Es ist ferner noch zu untersuchen, ob die grabende und wühlende Thätigkeit der Regenwürmer die Krümelung des Bodens veranlassen kann. Hier ist ein sicherer Schluß viel schwieriger zu ziehen. *v. Post* giebt an, daß die humosen Schichten des Bodens erst die Krümelstruktur annehmen, wenn sie durch den Verdauungskanal eines Thieres gegangen

---

[1]) Landwirthsch. Jahrbücher. 1882. S. 667.

seien[1]). *Müller* spricht direkt aus, Niemand habe bisher für die Krümelung des Bodens eine Erklärung gegeben und führt dieselbe auf die Thätigkeit der Regenwürmer zurück.

Es fragt sich nun, ob thatsächlich keine Beobachtungen vorhanden sind, welche die Krümelbildung zu erklären vermögen, ohne die Thätigkeit der Regenwürmer heranzuziehen und ob nicht zahlreiche Thatsachen bekannt sind, welche diese Erscheinung mit andern Vorgängen in eine Reihe stellen. Im Folgenden soll der Nachweis geführt werden, daß dies wirklich der Fall ist.

Es ist bekannt, daß alle gut bearbeitete Garten- und Ackererde die krümlige Struktur zeigt. Die Ursache wird von allen Beobachtern auf die wiederholte Bearbeitung zurückgeführt. Diese ist also im Stande, die Krümelung der Bodenbestandtheile herbeizuführen, wie dies ja auch außerordentlich leicht experimentell zu zeigen ist.

Untersucht man eine solche Erde auf ihre mechanische Zusammensetzung, so muß durch stundenlanges Kochen und durch mechanisches Reiben allmählich die Krümelstruktur zerstört, es müssen die einzelnen feinsten Erdbestandtheile von einander getrennt werden, um ein Abschlämmen derselben zu ermöglichen. Je reicher ein Boden an sehr feinkörnigen Bestandtheilen ist, um so sorgfältiger muß diese Arbeit ausgeführt werden.

Die abgeschlämmten Bestandtheile bleiben nun unterhalb einer gewissen Korngröße dauernd in ganz reinem Wasser schwebend erhalten; ein Zusatz einer mäßigen, oft äußerst geringen Menge von Salzen, veranlaßt ein Zusammenlagern der schwebenden Theile, dieselben bilden Flocken und vermögen sich dann abzusetzen (vergl. *Hilgard* d. Z. Bd. 2 S. 441). Es besteht also die Thatsache, daß die als einzelne Körner im reinen Wasser vorhandenen Bodenbestandtheile sich in salzhaltigem Wasser zusammenlagern und Aggregate bilden.

Ganz ähnlich verhalten sich die humosen Stoffe. Diese sind ebenfalls in reinem Wasser löslich oder doch so aufquellbar, daß ihr Verhalten dem einer Lösung gleichkommt; dagegen völlig unlöslich in salzhaltigen Gewässern. Es sprechen viele Gründe dafür, in dem Verhalten sowohl der mineralischen Erdtheile wie der humosen Stoffe rein physikalische,

[1]) Landwirthschaftliche Jahrbücher. 1888.



nicht chemische Vorgänge zu sehen. Hierfür spricht unter andern das Verhalten des feinsten Quarzpulvers, dem man doch nicht wohl chemische Einwirkungen auf die Salzlösungen zuschreiben kann und welches trotzdem die Flockung genau in derselben Weise wie Thon zeigt. Auch für eine rein physikalische Auffassung des Verhaltens der humosen Stoffe lassen sich viele Gründe anführen.

Ganz ähnliche Vorgänge finden auch im Boden statt. Schon *v. Post* (a. a. O.) weist darauf hin, daß die mikroskopische Untersuchung der Bodentheile den Eindruck erwecke, daß die einzelnen Bodenkörner mit einer ausgefällten Humuslage umgeben, bezw. durchdrungen seien. Die Untersuchungen über die Bildung des Ortsteins, wie sie von *P. E. Müller* (a. a. O.) und dem Verf. (Geol. Jahrb. für Preußen. 1885) ausgeführt sind, beweisen die Thatsache, daß im Boden humose Lösungen vorhanden sind, und daß diese in an Mineralstoffen reicheren Bodenschichten wieder ausgefällt werden.

Die Bodenschichten namentlich der äußersten Oberfläche sind nun in fortwährender, wenn auch langsamer Bewegung begriffen. Namentlich in Sandböden so lockerer Lagerung wie die hier untersuchten muß eine Bewegung der feinsten Theile, muß ferner durch Volumänderungen beim Austrocknen und wieder Anfeuchten und am meisten während des Gefrierens und Aufthauens des Bodens eine Verschiebung der einzelnen Körner gegen einander stattfinden; endlich ist die mechanische Wirkung des Wassers beim Durchsickern des Bodens bedeutungsvoll.

Die natürliche Folge dieser Vorgänge wird ein Verarmen der obersten Schichten an feinerdigen Theilen und eine Anreicherung derselben in den tieferen Schichten zur Folge haben. Eine Thatsache, wie dies jedes Profil eines Diluvialmergels zeigt, dessen Oberfläche verwittert ist; hier ist die immer wiederkehrende Schichtenfolge:

1. lehmiger Sand,
2. sandiger Lehm,
3. Lehm,
4. unveränderter Mergel.

Während dieser Bewegungen im Boden muß naturgemäß eine wechselnde Berührung der einzelnen Theile erfolgen, gleichartige oder wenigstens solche ähnlicher Größe lagern sich zusammen und bilden Krümel. Die Krümelbildung im Boden ist daher auf dieselben Kräfte zurück-

zuführen, welche die Flockung der Thonbestandtheile herbeiführen und welche die weitverbreiteten Concretionserscheinungen veranlassen; es sind Cohäsions- und Adhäsionswirkungen. Die Thatsache, daß die Krümelung an der Oberfläche am stärksten ist und nach der Tiefe abnimmt, steht mit dieser Erklärung im vollsten Einklange.

Nun ist noch zu untersuchen, welche Umstände der Flockung im Boden günstig sind, dieselbe namentlich im Waldboden befördern und welche Umstände anderseits eine theilweise oder völlige Vernichtung derselben herbeiführen können.

Denkt man sich einen Boden, vor allem einen Sandboden, bei welchem die Vorgänge am raschesten und durchsichtigsten verlaufen, ohne Pflanzendecke den Einwirkungen der Witterung ausgesetzt. Die bisher besprochenen Ursachen der Krümelung werden unverändert fortbestehen, wenn man von der mechanischen Einwirkung des fallenden Regens absieht, welcher die Bodenkrümel mehr oder weniger zerstört. Gleichzeitig wird aber der Regen auswaschend auf den Boden einwirken, die löslichen Stoffe werden weggeführt; in welch' hohem Maße dies stattfinden kann, haben die Untersuchungen des Verf. an einem armen Sandboden gezeigt[1]). Diese Auswaschung führt nun nicht nur die Nährstoffe der Pflanzen weg, sondern zerstört auch gleichzeitig einen der maßgebenden Faktoren der Krümelbildung. Wie im reinen salzfreien Wasser die feinsten Bodentheilchen sich neben einander schwebend erhalten und keine Flockung zeigen, in ganz gleicher Weise wird im ausgewaschenen Boden die Einwirkung der löslichen Salze aufgehoben und ein fortschreitender Zerfall der Krümel herbeigeführt werden.

Anders jedoch verhält es sich im Waldboden. „Der Wald verbessert den Boden“ ist ein allgemein verbreiteter und im ganzen auch richtiger, waldbaulicher Satz. Die Wurzeln der Bäume nehmen aus den tiefen Bodenschichten Mineralstoffe auf, mit dem Streuabfall kommt die ganz überwiegende Menge derselben den obersten Bodenlagen zu gute. Die rasche Lösung vieler der in der Streu enthaltenen Salze[2]) wirkt energisch auf den Boden ein und befördert die Krümelung desselben,

---

[1]) Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen. 1883. S. 667.

[2]) Vergl. die Arbeit des Verf.: Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen. 1888. S. 2. (Einwirkung des Wassers auf Boden und Eichenstreu.)



genau so wie eine kleine Menge von Chlorkalium oder einem andren Salze die Flockung und Abscheidung der im reinen Wasser vertheilten Thonbestandtheile bewirkt.

Es verlaufen aber unter Umständen in einem Waldboden noch andere Prozesse, welche die Krümelung zerstören können. Unter zur Zeit noch nicht näher erforschten Umständen erfolgen im Walde oft mächtige Ansammlungen von Humusstoffen. *Müller* (a. a. O.) hat die thatsächlichen Verhältnisse hierfür sehr übersichtlich beschrieben. Einmal erfolgen solche Anhäufungen in sehr feuchten Lagen und dicht geschlossenen Beständen, anderseits namentlich auf trocknem Boden in sehr licht gestellten Wäldern. Man darf annehmen, daß im ersteren Falle durch zu mächtiges Anhäufen der Abfallreste die Thätigkeit der Bakterien, welche weitaus am stärksten die Zersetzung der organischen Stoffe herbeiführt, gehindert wird und Verhältnisse eintreten, welche der Fäulniß näher stehen als der normalen Verwesung. Wenigstens deutet die saure Reaktion der so entstandenen organischen Ablagerungen auf einen solchen Vorgang hin. Derartige Humuslagen finden sich namentlich im höheren Gebirge, sind aber auch in der Ebene nicht gerade selten. Anderseits, da in licht gestellten Beständen ganz ähnliche, nur meist weniger zersetzte Ablagerungen vorkommen („Torfbildung im Trocknen" nach *Müller*), so muß auch hier, wohl unter dem Einfluß mangelnder Feuchtigkeit, die Lebensthätigkeit der Bakterien herabgesetzt werden. Ist die Anhäufung der organischen Reste erst mächtiger geworden, so nehmen diese Stoffe ebenfalls eine saure Reaktion an und die Zersetzung verläuft jedenfalls in anderer Weise, als dies für die normale Verwesung gilt.

Sind erst einmal derartige Schichten von Rohhumus vorhanden, so wirken die sauer reagirenden Wässer, welche den Boden durchdringen, in noch viel höherem Maße auswaschend, als es das reine kohlensäurehaltige Wasser thut, und die Krümelbildung wird allmählich zerstört. Ein Beispiel solcher Vorgänge zeigt das untersuchte Profil F. Die humose Bodenschicht unmittelbar unter dem Rohhumus war dicht gelagert und fast völlig frei von Krümelung, während die etwas tieferen Schichten (bei 20 bis 30 cm) diese noch deutlich erkennen ließen. Auch im Porenvolumen der betreffenden Lagen zeigt sich dies; dasselbe ist für die tiefere Schicht nicht unerheblich höher (41,8 zu 40,6), obgleich der Gehalt der oberen an wenig zersetzten organischen Stoffen, die immer porös sind, ein sichtlich höherer ist.

Aehnliche Verhältnisse finden sich vielfach und scheinen diese ein guter Beweis für die hier vertretene Auffassung zu sein.

Auch für die Krümelstruktur der Acker- und Gartenböden eröffnet sich ein neuer Gesichtspunkt. Es ist wahrscheinlich, daß das Gefüge derselben nicht nur eine einfache Wirkung der Bearbeitung ist, sondern daß gleichzeitig die Düngung einen maßgebenden Einfluß ausübt; daß daher die „Gahre“ der Aecker nur im vollen Maße erlangt wird, wenn Bearbeitung wie Düngung gleichzeitig auf den Boden ihre Wirkung üben können.

Nach der ganzen Darlegung scheint es daher berechtigt zu sein, auszusprechen, daß die Wirkung der Regenwürmer wenigstens für Sandböden erheblich überschätzt worden ist; daß zwar eine begünstigende Wirkung der Regenwürmer für die Fruchtbarkeit möglich ist, dieselbe aber nicht als maßgebender Faktor der Bodenfruchtbarkeit angesehen werden kann.

Vielleicht ist es noch nothwendig, den möglichen Einwurf zu widerlegen, daß eine Zeit von 100—200 Jahren für Vorgänge, welche bis zu einem gewissen Grade „geologische“ sind, nicht ins Gewicht fallen kann. Thatsächlich wird jedoch die Krümelbildung durch äußere Eingriffe vielfach zerstört, wie die „Verschlämmung“ der Böden bei unvorsichtiger Bearbeitung oder starkem Regen zeigt. Würden im Boden nicht Kräfte vorhanden sein, welche die einzelnen Theilchen immer wieder vereinigten, so würde die Krümelung bald verschwinden, wie dies auf brachliegenden Flächen ja so vielfach zu beobachten ist.

Was die Vertheilung der gröberen Gemengtheile des Bodens betrifft, so tritt auch hier die Regel hervor, daß dieselben in den oberen Bodenschichten sparsamer sind als in tieferen. Man darf dies allerdings nur als durchschnittlich gültige Regel bezeichnen; in sehr vielen Fällen ist ein wesentlicher Unterschied nicht zu erkennen, oder stellt sich sogar das umgekehrte Verhältniß heraus. Nach den Beobachtungen des Verf. ist die Vertheilung der Steine im Boden zumeist von der Art derselben abhängig. Hat man es mit Quarzen, Feuersteinen und sonst schwer angreifbaren, ringsum geglätteten Stücken zu thun, wie dies namentlich in Böden der Fall ist, deren Bildung der jüngeren Diluvialzeit angehört, so ist die Oberfläche reich an steinigen Beimengungen. Bestehen letztere jedoch mehr aus leichter verwitternden Bruchstücken, wie dies vielfach für den



gewöhnlichen Diluvialsand gilt, so nimmt der Steingehalt nach der Tiefe zu. Es ist dies einfach eine Folge der Verwitterung und des Zerfalles dieser Stücke, welche in den oberen Bodenlagen energischer vorangeht.

Der Wassergehalt fein- bis mittelkörniger Sandböden.

Bei der Berechnung des Wassergehaltes auf Volumprocente wurden für die Stellen, welche später auf Lagerung und Porenvolumen geprüft wurden, die direkt gefundenen Zahlen, für die übrigen Durchschnittswerthe angenommen. Als solche gilt als Mittel der Einschläge A bis E für das Liter ein Gewicht von

für die Schichten von	0—10 cm . .	1180 gr
„ „ „ „	20—30 „ . .	1380 „
„ „ „ „	40—50 „ . .	1440 „
„ „ „ „	60—80 „ . .	1480 „
„ alle tieferen Schichten	. . . . .	1500 „ .

Eine Berechnung des Volumgehaltes an Wasser wurde für die Bodenschichten abweichender Zusammensetzung wegen Mangel an den nothwendigen Grundlagen nicht ausgeführt; dies gilt sowohl für die grobkörnigen Sande, wie auch für Lehmlagen.

Die starken Schneemassen und das rasche Abschmelzen derselben im April gab Gelegenheit die Maximalmengen von Wasser kennen zu lernen, welche derartige Bodenarten zu fassen und dauernd festzuhalten vermögen; die ferneren Beobachtungen gewähren einen Einblick in die Bedeutung der Winterfeuchtigkeit für die Vegetation. Die „Oberfläche" bezeichnet bei allen Beobachtungen die obere Bodenschicht unter der Streu und Humuslage.

1. Die Probestelle entspricht dem Einschlag C.

Der Boden enthielt:

	12. April.		27. April.		14. Mai.		24. Mai.		24. Juni.		24. Aug.	
	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %
Oberfläche	12,81	14,59	10,30	11,74	7,92	9,03	9,13	10,41	11,91	13,56	8,78	10,36
20– 30 cm Tiefe	5,20	7,28	5,93	8,30	—	—	3,30	4,62	3,30	4,62	2,73	3,76
40– 50 „ „	4,18	5,77	3,51	4,84	3,74	5,16	3,76	5,19	3,22	4,44	1,93	2,78
60– 70 „ „	3,80	5,62	3,48	5,15	3,67	5,43	3,89	5,75	2,56	3,79	3,03	4,48
80– 90 „ „	4,31	6,38	4,32	6,39	2,97	4,40	3,48	5,15	2,76	4,08	2,95	4,42
100–110 „ „			3,59	5,31	3,42	5,06	3,32	4,91	3,24	4,79	2,55	3,82
120–130 „ „			3,66	5,41	3,47	5,14	3,00	4,44	3,16	4,68	2,66	3,99

	12. April.		27. April.		14. Mai.		24. Mai.		24. Juni.		24. Aug.	
	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %
140–150 cm Tiefe			3,56	5,27	3,88	5,74	3,08	4,45	3,60	5,33	2,73	4,09
160–170 „ „			3,89	5,76	3,67	5,43	3,40	5,03	3,60	5,33	3,42	5,13
180–200 „ „			7,10	10,51	5,75	8,51	6,16	7,44	4,54	6,71	3,01	4,52
Der Boden enthält in 0—0,5 m Tiefe eine Wasserschicht von (cm)	4,95		4,49		2,36		3,53		4,08		3,10	
Desgl. in 0,5—1 m Tiefe (cm)	2,98		2,79		2,48		2,70		2,02		2,06	
Desgl. in 1—2 m Tiefe (cm)			6,45		5,98		5,25		3,37		2,16	
Desgl. in d. ganzen Bodenschicht von 0—2 m (cm)			13,73		10,84		11,48		9,47		7,32	

2. Versuchsfläche. Fünf Meter höher gelegen; etwa 150 Schritt in südlicher Richtung entfernt, in ungefähr 1,4—1,5 m Tiefe wird Grundwasser erreicht. Der Abfluß desselben erfolgt also entlang eines Abhanges.

Der Wassergehalt betrug:

	12. April.		27. April.		14. Mai.		24. Mai.		24. Juni.		24. Aug.	
	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %
Oberfläche	12,25	14,43	11,32	13,34	19,72	23,28	6,61	7,79	8,47	9,99	7,53	8,88
20– 30 cm Tiefe	—	—	7,61	10,43	6,50	8,97	3,80	5,20	4,00	5,48	2,88	3,97
40– 50 „ „	5,00	7,20	4,89	7,04	5,69	8,19	3,33	4,79	3,03	4,36	1,77	2,55
60– 70 „ „	4,83	7,15	3,35	4,96	4,68	6,93	3,80	5,62	3,48	5,15	1,80	2,66
80– 90 „ „	5,09	7,63	6,24	9,36	4,93	7,39	4,23	6,35	4,35	6,51	2,35	3,53
100–110 „ „			5,77	8,65	10,28	16,21	5,52	8,28	7,25	10,87	2,50	3,75
120–130 „ „			4,61	6,92	15,52	23,27	13,79	20,52	9,36	14,04	2,77	4,16
140–150 „ „			3,5[1]	5,27[1]	16,24	24,37	16,36	24,52	16,05	24,05	3,08	4,62
160–170 „ „			18,55	27,80	16,68	25,03	17,23	25,83	16,80	25,20	6,73	10,09
180–200 „ „			19,79	29,65	17,54	26,30	18,06	27,10	20,73	31,10	11,22	16,85
Oberfl. bis 50 cm Tiefe enthält eine Wassersch. (cm)	5,78		5,46		7,47		3,08		3,53		2,83	
Der Boden von 50 cm Tiefe bis 1 m enthält eine Wasserschicht	3,67		3,57		3,68		2,87		2,77		1,49	
Der zwei Meter mächtige Boden enthält eine Wasserschicht			24,68		33,99		26,00		25,45		7,89	

3. Versuchsfläche, etwa 80 Schritt südlich; 5 m höher als vorige, Etwas vorspringender Kopf.

[1]) Zweifelhafte Bestimmungen.

Der Boden enthielt:

	12. April.		27. April.		14. Mai.		24. Mai.		24. Juni.		24. Aug.	
	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %
Oberfläche	7,59	8,96	12,53	14,79	10,66	12,52	4,16	4,91	10,98	13,00	12,34	14,41
20- 30 cm Tiefe	6,41	8,76	6,55	8,97	5,19	7,11	4,31	4,53	4,51	4,81	2,28	3,15
40- 50 " "	5,89	8,48	4,73	6,81	4,51	6,49	3,22	4,64	4,48	6,45	2,48	3,57
60- 70 " "			3,95	5,92	3,91	5,86	3,03	4,55	3,12	4,68	2,63	3,89
80- 90 " "			5,52	8,28	3,68	5,52	3,33	4,99	2,62	3,93	3,10	4,65
100-110 " "			3,90	5,85	3,49	5,23	4,36	6,54	3,17	4,76	3,11	4,66
120-130 " "			5,32	7,98	4,37	6,56	4,90	7,35	4,88	7,32	2,71	4,06
140-150 " .			5,10	7,65	5,43	8,15	5,21	7,81	4,89	7,33	2,41	3,62
160-170 " "			5,66	8,49	4,84	7,26	4,72	7,08	4,44	6,66	3,00	4,50
180-200 " "			6,07	9,11	4,28	6,42	4,26	6,39	3,42	5,13	3,44	5,16
Bodenschicht v. d. Oberfl. bis 50 cm Tiefe enth. eine Wassersch. v. (cm)			5,43		4,58		2,35		4,21		3,87	
in der Schicht von 50—100 cm			3,52		2,93		2,37		2,37		1,21	
der gesammte 2 m mächtige Boden			16,76		14,22		11,76		12,81		6,28	

4. Versuchsfläche. Von der Fläche 3 in fast rein südlicher Richtung 200 Schritt entfernt. In 1,5—1,8 m Tiefe steht ein sehr fester, steiniger Diluvialmergel an. Versuchsfläche 5 m höher als Nr. 3. Ganz flach geneigter Hang. Entspricht dem Einschlag D.

Der Boden enthält:

	12. April.		27. April.		14. Mai.		24. Mai.		24. Juni.		24. Aug.	
	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %
Oberfläche	23,49	27,71	10,74	12,63	8,59	10,14	11,91	14,04	8,45	9,97	3,22	3,80
20- 30 cm Tiefe	6,19	8,48	7,09	9,71	5,28	7,23	3,81	5,22	2,63	3,61	2,59	3,57
40- 50 " "	5,74	8,15	4,90	6,96	4,15	5,89	3,52	4,99	2,61	3,71	1,85	2,66
60- 70 " "	5,83	8,28	4,48	6,87	4,62	6,56	4,73	6,72	2,63	3,73	1,49	2,21
80- 90 " "	4,47	6,62	5,31	7,86	3,61	5,34	3,73	5,52	3,49	5,17	2,56	3,84
100-110 " "			4,14	6,21	4,73	7,09	3,13	4,69	3,37	5,06	2,31	3,46
120-130 " "			7,63	Diluv. Mergel	3,46	5,19	5,04	7,56	3,29	4,93	2,50	3,75
140-150 " "			11,10	"	3,87	5,67	8,94	13,41	4,79	7,18	2,77	4,15
160-170 " "			7,72	"	8,17	Diluv. Mergel	11,07	Diluv. Mergel	4,79	7,18	4,73	7,09
180-200 " "			11,51	"	8,29	"	12,25	"	—	—	5,36	8,04
Im Boden bis 0,5 m Tiefe ist eine Wassersch. enthalten von (cm)	8,05		5,16		4,06		3,35		3,09		1,74	
Wasserschicht von 0,5—1 m (cm)	3,79		3,64		2,97		2,95		2,15		1,48	
Wasserschicht von 1-1,5 m Tiefe (cm)					3,02		3,79		2,72		1,66	

5. Versuchsfläche; 50 Schritt in südöstlicher Richtung von Versuchsfläche 4 gelegen; 5 m höher. Mitte eines Hanges. Bis in große Tiefe gleichmäßiger Diluvialsand.

Der Boden enthält:

	12. April.		27. April.		14. Mai.		24. Mai.		24. Juni		24. Aug.	
	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %
Oberfläche	12,28	14,35	8,63	10,18	8,68	10,24	4,31	5,06	2,34	2,76	11,62	13,69
20– 30 cm Tiefe	6,37	8,73	7,45	10,21	5,78	7,92	3,89	5,33	4,71	6,45	2,62	3,62
40– 50 „ „	5,99	8,62	5,00	7,20	4,80	6,91	3,59	5,17	2,33	3,36	2,05	2,95
60– 70 „ „	5,34	7,90	4,18	6,19	3,92	5,80	3,73	5,52	2,64	3,91	3,30	4,88
80– 90 „ „	5,35	8,02	4,10	6,15	3,31	4,96	3,24	4,86	3,50	5,25	2,81	4,22
100–110 „ „			3,84	5,76	3,37	5,04	3,01	4,52	3,40	5,10	2,16	3,24
120–130 „ „			3,93	5,89	3,51	5,26	3,42	5,13	3,82	5,73	2,72	4,08
140–150 „ „			3,91	5,86	3,50	5,25	3,08	4,62	2,86	4,29	2,61	3,92
160–170 „ „			4,07	6,11	3,10	4,65	3,34	5,01	2,94	4,41	2,38	3,57
180–200 „ „			4,11	6,16	3,30	4,95	3,35	5,02	2,90	4,35	2,00	3,00
Im Boden bis 0,5 m Tiefe ist eine Wassersch. enthalten von (cm)	5,48		4,50		4,32		2,60		2,18		3,76	
Desgl. im Boden v. 0,5–1 m Tiefe (cm)	4,05		3,19		2,84		2,59		2,17		2,12	
Desgl. im Boden v. 1–2 m Tiefe (cm)			5,96		5,03		4,86		4,78		3,56	
Desgl. in der gesammten Bodensch. bis 2 m Tiefe (cm)			15,49		12,19		10,05		9,13		9,44	

6. Versuchsfläche; entspricht dem Einschlag E. Schmaler Dünenrücken; 3 m höher als Versuchsfläche 5. Bis in erhebliche Tiefe gleichmäßig feinkörniger Sand.

Der Boden enthält Wasser:

	12. April.		27. April.		14. Mai.		24. Mai.		24. Juni.		24. Aug.	
	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %
Oberfläche	11,73	14,51	12,66	15,10	6,55	8,12	6,96	8,63	3,09	3,83	12,16	14,39
20– 30 cm Tiefe	6,24	8,55	10,91	14,93	6,21	8,51	4,09	5,60	3,15	4,32	2,63	3,64
40– 50 „ „	3,62	5,47	7,15	10,79	3,31	4,99	2,48	3,74	2,12	3,20	2,00	2,88
60– 70 „ „	3,57	5,64	4,42	6,98	3,57	5,64	2,77	4,37	—	—	1,70	2,52
80– 90 „ „	4,09	6,58	3,78	6,10	3,51	5,65	3,40	5,47	2,57	4,14	2,19	3,28
100–110 „ „			3,82	6,15	3,58	5,76	3,65	5,87	2,62	4,22	2,28	3,42
120–130 „ „			3,60	5,79	3,32	5,35	3,00	4,83	3,36	5,41	2,80	4,20
140–150 „ „			3,49	5,62	3,11	5,01	3,42	5,51	3,09	4,97	2,03	3,05
160–170 „ „			3,99	6,42	5,02	8,08	3,71	5,97	3,20	5,15	2,16	3,24
180–200 „ „			3,90	6,28	9,03	14,54	3,82	6,15	3,00	4,83	1,91	2,86

	12. April.		27. April.		14. Mai.		24. Mai.		24. Juni.		24. Aug.	
	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %
Im Boden bis 0,5 m Tiefe ist eine Wassersch. enth. (cm)	3,96		7,08		2,22		3,22		1,95		3,89	
Desgl. in 0,5—1 m Tiefe (cm)	1,89		3,72		2,76		2,34		1,87		1,45	
Desgl. in 1—2 m Tiefe (cm)			6,05		7,75		5,67		4,92		3,35	
Desgl. in der gesammten Bodensch. bis 2 m Tiefe (cm)			16,85		12,73		11,23		8,74		8,69	

7. Versuchsfläche. Von der 6. Versuchsfläche 100 Schritt entfernt, 5 m tiefer als diese; Senke zwischen der Düne und dem südlichen, höheren Bergrücken. In 1,30 m Tiefe an einzelnen Stellen schwache Lehmstreifen (Auswaschprodukte aus den diluvialen Sanden, wie sich diese namentlich in Senken vielfach finden). In 1,6 m Tiefe steht «Mergelsand» an, ein sehr feinkörniges, überwiegend aus feinem Gesteinsmehl bestehendes Diluvialgebilde. Bei der Berechnung des Wassergehaltes auf Volumprozente ist für den Mergelsand dasselbe Volumgewicht des Bodens angenommen.

Der Boden enthielt Wasser:

	12. April.		27. April.		14. Mai.		24. Mai.		24. Juni.		24. Aug.	
	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %
Oberfläche	13,72	16,17	—	—	8,13	9,59	4,71	5,56	4,70	5,55	5,15	6,08
20- 30 cm Tiefe	6,09	8,34	7,56	10,36	5,83	7,99	4,62	6,33	3,00	4,11	2,54	3,50
40- 50 " "	4,52	6,51	5,80	8,35	4,66	6,71	3,20	4,61	2,66	3,83	2,40	3,46
60- 70 " "	4,35	6,44	3,51	5,21	3,77	5,58	3,02	4,47	2,81	4,15	2,99	3,68
80- 90 " "	4,23	6,34	4,67	7,00	2,98	4,47	3,97	5,95	2,94	4,41	3,22	4,83
100-110 " "			4,65	6,97	3,37	5,06	8,76[1]	13,14	3,74	5,61	3,22	4,83
120-130 " "			9,56[1]	14,34	8,85[1]	14,77	4,19	6,28	2,81	4,22	2,34	3,51
140-150 " "			4,57	6,86	4,47	6,71	3,68	5,52	2,65	3,97	2,24	3,36
160-170 " "			6,16[2]	9,24	6,75	10,12	8,93[2]	13,39	6,23	9,34	1,76	2,64
180-200 " "			10,95[2]	16,42	14,83[2]	22,23	8,48[2]	12,72	7,24[2]	10,86	1,70	2,55
Im Boden bis 0,5 m Tiefe ist eine Wasserschicht enthalten von (cm)	5,55		5,71		4,19		2,84		2,32		2,26	
Desgl. in der Tiefe von 0,5—1 m (cm)	3,21		3,28		2,68		2,51		2,09		2,05	

[1]) Lehmstreifen.
[2]) Mergelsand.

8. Versuchsfläche. Von der 7. Versuchsfläche 120 Schritt abgelegen. Vorspringender Kopf; bis zu 80 cm Tiefe Krümelstruktur. Diluvialsand.

Der Boden enthält Wasser:

	12. April.		27. April.		14. Mai.		24. Mai.		24. Juni.		24. Aug.	
	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %	Gew. %	Vol. %
Oberfläche	11,66	13,70	6,66	7,86	8,37	9,88	7,53	8,88	5,76	6,79	5,74	6,77
20– 30 cm Tiefe	6,39	8,75	5,02	6,88	4,55	6,23	5,00	6,85	3,43	4,70	2,54	3,51
40– 50 „ „	6,86	9,88	2,50	3,60	3,33	4,79	3,21	4,62	4,17	6,01	2,23	3,21
60– 70 „ „	3,87	5,73	3,16	4,68	2,90	4,29	1,81	2,68	3,85	5,70	2,17	3,21
80– 90 „ „	3,71	5,56	2,59	3,88	3,13	4,44	3,58	5,43	2,67	5,22	2,11	3,16
100–110 „ „			3,34	5,01	3,85	5,77	4,53	6,79	2,71	4,06	2,00	3,00
120–130 „ „			4,11	6,16	3,99	5,98	2,70	4,05	2,05	3,07	2,00	3,00
140–150 „ „			4,16	6,24	3,93	5,89	3,58	5,37	2,22	3,33	2,54	3,81
160–170 „ „			3,92	5,88	3,84	5,76	3,22	4,83	2,75	4,12	2,53	3,79
180–200 „ „			3,89	5,83	3,35	5,02	5,09	7,63	2,98	4,47	2,32	3,48
Im Boden bis 0,5 m Tiefe ist eine Wasserschicht enthalten von (cm)	5,49		3,31		3,80		2,50		2,90		2,38	
Desgl. in der Tiefe von 0,5—1 m	3,25		2,07		2,23		2,08		2,78		1,59	
Desgl. in der Tiefe von 1—2 m (cm)			5,82		5,68		5,71		3,81		1,71	
Desgl. im gesammten Boden von 0—2 m Tiefe (cm)			11,20		11,71		10,29		9,49		5,68	

9. Versuchsfläche. Boden verschiedener Korngröße und abweichender geologischer Bildung: Flugsand auf unterem Diluvialsand. Der Diluvialsand (ds) ist grobkörnig; der Flugsand (as) entspricht in seiner Zusammensetzung den bisher untersuchten Sandböden. Eine Berechnung des Wassergehaltes auf Volumprozente war nicht ausführbar.

Der Boden enthielt Wasser (Gewichtsprozente):

	12. April.	27. April.	14. Mai.	24. Mai.	24. Juni.	24. Aug.
Oberfläche (as)	16,07	7,16	14,68	9,12	11,28	14,81
20– 30 cm „	5,33	6,02	4,88	4,26	3,01	3,34
40– 50 „ „	3,33	4,64	4,34	3,55	2,05	2,83
60– 70 „ (ds)	2,39	4,00	2,93	2,97	1,44	2,31
80– 90 „ „	3,19	4,29	2,73	2,81	2,03	2,20
100–110 „ „		4,27	3,33	2,71	2,48	2,00
120–130 „ „		3,44	4,26	2,62	2,32	1,71
140–150 „ „		3,07	10,20[1])	2,72	2,11	2,65
160–170 „ „		3,38	6,25	2,89	2,09	2,07
180–200 „ „		2,27	5,81	2,99	2,22	1,48

[1]) Lehmstreifig.

10. Versuchsfläche. Flugsand auf oberem Diluvialmergel und auf grobkörnigem Diluvialsand. Der Mergel war seines Gehaltes an Kalk durch Auswaschung völlig beraubt und in eine feste Lehmschicht umgewandelt.

Der Flugsand ist mit as, der Diluvialsand mit ds, der Lehm mit l bezeichnet.

Der Boden enthält Wasser (Gewichtsprozente):

	12. April.	27. April.	14. Mai.	24. Mai.
Oberfläche (as)	8,66	17,02	6,09	3,60
20- 30 cm „	6,16	7,86	5,81	4,56
40- 50 „ „	5,26	6,39	4,38	3,89
60- 70 „ „	4,42 (as)	6,36 (as)	3,00 (ds)	3,94 (as)
80- 90 „ „	4,28 „	9,33 (l)	3,04 „	5,24[1])
100-110 „ „		10,76 „	3,08 „	2,83 (ds)
120-130 „ „		11,96 „	3,01 „	2,53 „
140-150 „ „		10,73 „	4,51 „	2,90 „
160-170 „ (ds)		7,77 „	3,25 „	3,36 „
190-200 „ „		7,81 „	2,66 „	3,74 „

Die Niederschlagsmengen wurden auf der etwa zwei Kilometer entfernten Feldstation der forstlichen meteorologischen Station gemessen. Dieselben betrugen in der Zeit vom 1. April bis zum 12. April und dann in der Zwischenzeit:

1. April—12. April	V. 8 Uhr . .	6,3	mm
12. „ —27. „	V. 8 „ . .	23,6	„
27. „ —14. Mai	V. 8 „ . .	22,8	„
14. Mai —24. „	V. 8 „ . .	2,2	„
24. „ —24. Juni	V. 8 „ . .	45,6	„
24. Juni—24. Juli	V. 8 „ . .	76,3	„.

Von Bedeutung namentlich für den Gehalt der Oberfläche an Wasser ist noch die Menge des Niederschlags, welche an dem der Beobachtung unmittelbar vorhergehenden Tage gefallen ist. Es betrug diese:

10.—12. April	0	mm
25.—27. „	4,0	„
12.—14. Mai	1,4	„
22.—24. „	0	„
22.—24. Juni	0	„
22.—24. Juli	0,2	„.

[1]) Schwach lehmstreifig auf der Grenze zwischen Dünensand und Diluvialsand.

Die ausgeführten Bestimmungen lassen zunächst den großen und nach der Bodentiefe wachsenden Unterschied zwischen Gewichts- und Volumprozenten des Wassergehaltes erkennen. Nur die genügende Berücksichtigung der letzteren wird einen Einblick in die Wasserverhältnisse des Bodens gestatten und namentlich die Kenntniß der Wassermenge vermitteln, welche den Pflanzen während der Vegetationszeit zur Verfügung steht.

Der Wassergehalt des Bodens (Sandbodens) ist, abgesehen von den wechselnden atmosphärischen Niederschlägen, abhängig vom Gehalt an humosen Stoffen, der Korngröße, der Struktur und der Dichtigkeit der Lagerung.

Die humosen Stoffe sind namentlich in den obersten Bodenschichten angehäuft. Sie haben in denselben noch am reichlichsten die den zersetzten Pflanzen und Thierkörpern eigenthümliche poröse Beschaffenheit bewahrt. In den tieferen Schichten tragen die organischen Beimengungen des Bodens viel mehr den Charakter chemischer Ausfällungen.

Als Regel kann gelten, daß der Wassergehalt mit dem Gehalt an humosen Stoffen steigt. Lassen sich auch keine direkten gewichtsmäßigen Beziehungen feststellen, und ist die Thatsache selbst erkennbar, so ist der Unterschied doch lange nicht so groß, als man bei der bedeutenden Wasserkapazität des Humus erwarten sollte.

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht des Wassergehaltes der Böden an der Oberfläche und in 20—30 cm Tiefe am 12. April und den Gehalt an humosen Stoffen in denselben Bodenproben, die zur Wasserbestimmung gedient hatten.

Versuchsfläche.	Oberfläche.		20—30 cm Tiefe.	
	Wassergehalt. Gew. %	Humose Stoffe. %	Wassergehalt. Gew. %	Humose Stoffe. %
1.	12,81	2,82	5,20	1,05
2.	12,25	3,19	—	—
3.	7,59	2,35	6,41	1,38
4.	23,49	5,28	6,19	1,46
5.	12,28	4,37	6,37	1,28
6.	11,73	2,92	6,24	1,72
7.	13,72	6,50	6,09	1,56
8.	11,66	3,85	6,39	1,74
9.	16,07	12,51	5,73	1,72
10.	8,66	2,76	6,16	2,02

Die Korngröße erweist sich als das eigentliche, bestimmende Moment für den Wassergehalt der Bodenarten, wenn auch im Verlaufe der Vegetationszeit einzelne Abweichungen hervortreten. Auch in den natürlichen Bodenarten gilt das Gesetz, daß mit der Feinheit der Bodenbestandtheile der Wassergehalt steigt, im ganzen Umfange. Gute Beispiele hierfür sind die beobachteten Mergelsande (Versuchsfläche 7) und anderseits die grobkörnigen Diluvialsande (Versuchsflächen 9 und 10). Die letzteren namentlich zeigen immer einen erheblich geringeren Wassergehalt, trotzdem sie von feinkörnigeren Sanden überlagert werden, also vor Verdunstung großentheils geschützt sind.

Die Struktur der Böden, also in erster Reihe die Krümelstruktur, die bis in erhebliche Tiefen der untersuchten Bodenarten hinabreicht, setzt ebenfalls den Wassergehalt herab. Aus dieser Thatsache ist es zu erklären, daß die trockensten Bodenschichten immer erst in einer gewissen Tiefe auftreten. In den oberen Schichten steigert der Humusgehalt, in den tieferen die dichte Lagerung der Bodenbestandtheile den Wassergehalt, namentlich auf gleiche Volumen berechnet, erheblich. Es gilt also auch in der Natur die im Laboratorium gefundene Thatsache, daß die Krümelung die Wasserkapazität herabsetzt, selbst für Sandböden.

Hand in Hand mit der Krümelstruktur geht nun eine lockerere Lagerung der einzelnen Bodentheile. Auch diese erniedrigt die Wasserkapazität.

Die gesammten Resultate der hier vorliegenden Arbeit weisen daher nach, und der Verf. sieht darin das wesentlichste Resultat der Zusammenstellung, daß die in erster Linie von *Wollny* betriebene Untersuchung der einzelnen physikalischen Faktoren des Erdbodens thatsächlich geeignet ist, allgemeine Schlüsse für das Verhalten der natürlichen Böden zu gestatten.

Ein gewisses Interesse gewährt es, noch das Verhalten der untersuchten Sandböden in Bezug auf Grundwasser, sowie auf undurchlässige Schichten kennen zu lernen.

In Versuchsfläche 2 wurde das Grundwasser in mäßiger Tiefe erreicht. Die größte Wassermenge, welche der betreffende Boden einschließt, beträgt 25—30 Volumprozent. Es ist hierbei hervorzuheben, daß es große Schwierigkeiten hat, mit einem Erdbohrer thatsächlich den nassen Boden in seiner natürlichen Zusammensetzung herauszuheben, die

nahe Uebereinstimmung der gewonnenen Zahlen läßt aber annehmen, daß nicht allzugroße Fehler unterlaufen sind.

Die kapillare Hebung des Wassers übersteigt jedoch nicht einen halben Meter. Die höher gelegenen Bodentheile zeigen in ihrem Wassergehalt keine wesentlichen Abweichungen von den Bodenarten, bei denen Grundwasser nicht in erreichbarer Tiefe vorhanden war.

Die wenig durchlässigen Lehm- und Mergelsandschichten, welche an einzelnen Stellen der untersuchten Bodenarten getroffen wurden, veranlassen nach Niederschlägen zunächst ein reichlicheres Anstauen des Wassers. Nach kurzer Zeit fließt dasselbe jedoch ab und die über- wie unterlagernden Schichten zeigen nur den Wassergehalt, welcher der kleinsten Wasserkapazität der untersuchten Böden entspricht.

Besonderes Interesse gewährt es noch, die Wassermengen kennen zu lernen, welche der natürliche Boden in sich festhält. Die durchschnittliche Höhe der jährlichen Niederschläge ist in Eberswalde auf etwa 600 mm anzunehmen (vergl. Jahresbericht der forstlich meteorologischen Stationen, herausgegeben von *A. Müttrich*). Nach den ausgeführten Bestimmungen beläuft sich die in einer zwei Meter mächtigen Schicht von fein- bis mittelkörnigem Sande enthaltene Wassermenge auf etwa 150 mm im Frühlinge. Berücksichtigt man noch die geringere Wasserkapazität der oberen Schichten, so tritt die Thatsache um so schärfer hervor, daß schon eine Sandschicht von 7–8 m Mächtigkeit im Stande sein würde, den gesammten Niederschlag eines Jahres in sich aufzunehmen und dauernd festzuhalten.

Noch ganz andere Zahlen ergeben die Lehm- und Mergelböden, welche nach den Bestimmungen des Verf. im Frühling etwa 10—12 Gewichtsprozent Wasser enthalten. Es wird hierdurch verständlich, daß ohne Berücksichtigung der Wasserverhältnisse im Boden es nie möglich sein wird, aus der einfachen Niederschlagsmenge einen Schluß auf die Wahrscheinlichkeit eines kommenden Hochwassers zu machen.

Die Beobachtungen des Verfassers reichen nur bis Mitte August. Die Bestimmungen von Mitte Juli gingen durch einen Unfall verloren. Der Mangel an Hilfspersonal, machte es unmöglich, die Beobachtungen für eine längere Zeit durchzuführen. Leider ist auch die Zahl der Einzelbeobachtungen aus diesem Grunde eine beschränkte geblieben. Entsprechen doch jedem Beobachtungstag allein 300 analytische Wägungen!



Unverkennbar tritt jedoch für diese Zeit eine allmähliche Abnahme des im Boden enthaltenen Wassers ein. Namentlich zur Zeit der beginnenden Vegetation, Mitte April bis Ende Mai zeigt sich eine energische Abnahme des Wasservorrathes, während in den späteren Monaten die Abnahme, unterstützt durch die reichlichen Niederschläge der Sommerperiode, langsamer fortschreitet und mit großer Wahrscheinlichkeit im September und Anfang Oktober ein Minimum erreicht.

In Bezug auf die Höhenlage der einzelnen Versuchsflächen tritt eine merkbare Verschiedenheit in dem Wassergehalt des Bodens nicht hervor, wenn die Fläche nur mäßig geneigt ist. Eine solche macht sich jedoch erheblich bemerkbar, wenn einzelne Höhen oder schmale Rücken hervorragen. (Versuchsfl. 3 z. Th.; 6; 8.)

Es ist die Absicht des Verf., ähnliche Untersuchungen für Sandböden abweichender Korngrößen und für lehmige Bodenarten durchzuführen.

Faßt man die gesammten Resultate der Arbeit zusammen, so lassen sich folgende Sätze ableiten.

1) Das Volumgewicht der natürlichen Sandböden ist abhängig von dem Gehalt an Humus, der Krümelstruktur und der Dichtigkeit der Lagerung. Es ist in der obersten Schicht am geringsten, entsprechend dem Humusgehalt derselben, und nimmt nach der Tiefe allmählich zu.

2) Die Zahl und das Gewicht der in den untersuchten Böden vorhandenen Regenwürmer ist zu gering, um den Ausscheidungen derselben eine wesentliche Bedeutung für die Krümelung der Bodentheile zuschreiben zu können.

3) Die Krümelung ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf die Wirkung von Cohäsions- und Adhäsionskräften zurückzuführen, die durch mechanische und chemische, in allen Böden vorhandene Bedingungen in Wirkung treten. Es ist wahrscheinlich, daß die im Boden enthaltenen löslichen Salze einen bedeutsamen Einfluß auf die Bildung und Erhaltung der Krümelung haben.

4) Der Wassergehalt der natürlichen Sandböden beträgt für fein- bis mittelkörnige Sande etwa 3—4 Gewichtsprozent; entsprechend in den oberen Schichten 4—5, in den tieferen 5—6 Volumprozent.

5) Der Wassergehalt des Bodens wird beeinflußt durch



den Gehalt an humosen Stoffen, der Struktur und der Dichtigkeit der Lagerung. Als Regel kann gelten, daß humusreichere Böden auch größere Wassermengen enthalten; ferner, daß die Krümelstruktur die Wasserkapazität herabsetzt und daß größere Dichtigkeit der Lagerung der Bodenbestandtheile den Wassergehalt steigert.

6) Im Boden ist die Vertheilung des Wassers eine derartige, daß die obersten humosen Schichten einen höheren, die nächst tieferen, noch krümeligen, den geringsten Wassergehalt zeigen, und daß dieser nach unten steigt, um sich dann auf ziemlich gleicher Höhe bis in erhebliche Tiefen zu halten.

7) Grundwasser bewirkt in den untersuchten Böden nur einen starken kapillaren Aufstieg bis zu etwa einem halben Meter Höhe; die höheren Bodenschichten zeigten keinen nennenswerthen höheren Gehalt als solche, in denen in erreichbarer Tiefe Grundwasser nicht vorhanden war.

8) Undurchlässigere Bodenschichten (Lehm, sehr feinkörniger Sand) bewirken, wenn ein Abfluß des Wassers möglich ist, nach Niederschlägen nur ein vorübergehendes Anstauen des Wassers.

9) Die in den natürlichen Böden dauernd enthaltenen Wassermengen sind sehr bedeutende. Der Gehalt einer Bodenschicht von 7—8 m Mächtigkeit entspricht bei fein- bis mittelkörnigem Sande schon den gesammten jährlichen Niederschlagsmengen.

10) Der Wassergehalt des Bodens nimmt im Frühlinge rasch, späterhin langsam ab und erreicht wahrscheinlich im Herbst ein Minimum.

11) Ein Einfluß der Höhenlage macht sich nur bei vorspringenden Kuppen und schmalen Rücken in dem Wassergehalt des Bodens geltend; in schwächer geneigten Lagen ist die kleinste Wasserkapazität maßgebend und eine Einwirkung der Höhenlage nicht bemerkbar.

Neue Litteratur.

J. M. van Bemmelen. **Die Absorptionsverbindungen und das Absorptionsvermögen der Ackererde.** Landw. Versuchsstationen. Bd. XXXV. 1888. Heft 2. S. 69—136.

In einer früheren Abhandlung hatte Verf. den Nachweis geliefert, daß die Erscheinung der Absorption sowohl von Ackererde, als auch von mit Salzsäure extrahirter Ackererde, aus Lösungen der Alkalisalze und alkalischen Erdsalze sich auf chemische Substitution in zeolithischen Silikaten, sowie auf Bindung freier Basen oder von Basen aus Salzen mit schwachen Säuren durch die hydratische Kieselsäure zurückbringen ließen. Am Schlusse jener Abhandlung erwähnte Verf. eine neue Erscheinung. Die hydratische Kieselsäure (eingetrocknet oder frische Gallerte), welche in Wasser viele Molekeln Wasser gebunden hält, vermag aus Lösungen von Chlorkalium und von Salzsäure kleine Mengen des Salzes oder der Säure zu binden. Diese Art Bindung entfernt sich noch weiter von den gewöhnlichen (normalen) chemischen Verbindungen als die oben erwähnte Verbindung von hydratischer Kieselsäure mit Basen. Verf. ist nun auf Grund dieser Erscheinungen der Frage näher getreten: „Existirt neben der Absorption durch chemische Auswechslung eine Absorption durch sogenannte physikalische und mechanische Anziehung?“

Die Untersuchungen, welche Verf. seitdem veröffentlicht hat — über die Hydrate von SiO_2, SnO_2, MnO_2 und über die Verbindungen derselben mit einigen Säuren, Basen und Salzen — gestatten ihm die Erscheinung der Absorption der Ackererde von einem viel allgemeineren Gesichtspunkt zu betrachten.

I. **Die Absorptionsverbindungen der Kolloide.** Die Eigenschaften der Kolloide. Absorptionsverbindungen. Die Feinerde, welche hauptsächlich die Absorptionserscheinungen hervorbringt, besteht aus amorphen Substanzen, von welchen die meisten kolloidaler Natur sind. Die Thontheilchen, welche bei der Schlämmung in Wasser am längsten suspendirt bleiben, sind ganz amorph. Unter den rascher sich senkenden befinden sich solche, die ein krystallinisches Aussehen haben. Die ersteren haben das Vermögen, unter dem Einfluß von kleinen Mengen Säuren oder Basen oder Salzen sich zusammenzuballen und in Flocken zu koaguliren[1].“ Besonders die Kolloide, welche durch Dialyse in Lösung erhalten werden, scheiden sich als eine Gallerte oder in Flocken ab, durch Zumischung einer geringen Menge von vielen löslichen Säuren, Basen, Salzen. Einige können nach Ausspülung wieder in Lösung treten, und die Reaktion kann beliebig wiederholt werden. Andere werden bei der Präzipitation unlöslich, indem sie bleibende molekulare Aenderungen erleiden.

[1]) Vergl. die diesbezüglichen Arbeiten von *E. W. Hilgard* und *Adolf Mayer*. Diese Zeitschrift. Bd. II. 1879. S. 251 und 441.



Eine zweite Eigenschaft der Kolloide ist, daß sie nicht allein mit Wasser, sondern auch mit anderen Flüssigkeiten eine Gallerte bilden können. In Kieselsäuregallerte hat *Graham* durch wiederholte Behandlung mit Alkohol, resp. Aether, Benzol, Schwefelkohlenstoff, Glycerin das Wasser ganz oder fast ganz ersetzt.

In diesen Gels ist keine gewöhnliche chemische Verbindung annehmbar. Wenn das Kolloid aus einer Lösung als ein Gel abgeschieden wird, so befindet es sich noch in einem halbflüssigen Zustande, der mit vielen Substanzen im Pflanzen- oder Thierreich übereinkommt, und enthält dasselbe sehr viel Wasser oder andere Flüssigkeit. Die Gels trocknen dann äußerst langsam ein. Ist der Gel aber trocken geworden, dann erhält er noch viel Wasser oder von einer anderen Flüssigkeit. Jedoch sowohl in diesem Stadium, als auch wenn er in einem trockenen Raum so viel als möglich Wasser abgegeben hat, entspricht seine Zusammensetzung als Hydrat nicht einer wahren chemischen Formel. Dies ist auch der Fall, wenn er bei 100° in einem Strome trockener Luft getrocknet ist. Die Verbindung mit Wasser ist eine unbestimmte, oder besser gesagt eine inkonstante. Die Substanz stellt sich in allen diesen Fällen in's Gleichgewicht mit dem Wasserdampf über derselben; dieses Gleichgewicht ist abhängig von Druck und Temperatur.

Im Allgemeinen ist das Wasser desto schwächer gebunden, je mehr Wasser ein Hydrogel aufgenommen hat; umgekehrt, wenn der Hydrogel zersetzt wird, bietet er der Zersetzung größeren Widerstand entgegen, je nachdem mehr Wasser ausgeschieden ist. Bisweilen tritt dabei ein chemisches Hydrat auf, das innerhalb gewisser Temperaturgrenzen konstant bleibt und einer atomistischen Zusammensetzung entspricht. Der Hydrogel ist in ein gewöhnliches Hydrat übergegangen.

Eine dritte Eigenschaft des Gels ist ferner, daß, wenn sie aus einer Lösung sich abgeschieden haben, sie gewisse Mengen von anderen Stoffen binden, welche sich mit in Lösung befanden, und daß ebenso, wenn sie rein abgeschieden sind, und nachher mit einer Lösung von anderen Substanzen geschüttelt werden, sie einen Theil davon an sich ziehen.

Man könnte diese Bindung als außerhalb des Gebietes der Chemie gehörig betrachten und deren Erscheinungen der Adhäsion zuzählen, wenn nicht 1) solche Verbindungen zwischen Substanzen stattfänden, die sich auch zu normalen chemischen Verbindungen vereinigen können, 2) und chemische Substitutionen dabei aufträten.

Außerdem spielen diese Bindungen bei den Absorptionserscheinungen der Ackererde eine Hauptrolle. Solche Verbindungen nennt Verf. «Absorptionsverbindungen».

Wenn die Gallerte (der Gel), die aus einer Lösung etwa durch eine Säure Base oder ein Salz zur Abscheidung gebracht ist, ausgepreßt wird, dann wird man im Allgemeinen den Gel reicher an den übrigen im Wasser gelösten Substanzen finden, als das abgeschiedene Wasser. Der Gel hat, als ob er ein pflanzliches oder thierisches Protoplasma wäre, die Eigenschaft, gewisse Substanzen zurückzuhalten.

Die Bindung ist verhältnißmäßig schwach, jedoch stark genug, um erst durch oft erneutes Wasser (bei der Dialyse) oder durch langes Ausspülen die

gebundenen Substanzen aus dem Gel entfernen zu können. Das Wasser des Gels enthält die gebundenen Substanzen. Beide, Molekeln Wasser und Molekeln Säure u. s. w., werden stärker festgehalten, als die Anziehung der übrigen anwesenden Wassermasse auf dieselbe beträgt.

Wenn der trockene Hydrogel mit einer Lösung von Säuren, Basen, Salzen u. s. w. behandelt wird, kommt diese stärkere Anziehung am deutlichsten zum Vorschein. Wasser und gelöste Substanzen werden bis zu einem gewissen Betrage aufgenommen. Auch andere Flüssigkeiten und Gase können durch den lufttrockenen Hydrogel in unbestimmten (inkonstanten) Verhältnissen aufgenommen werden. Unbestimmt sind sie, weil keine einfach konstante Zahlenverhältnisse obwalten wie bei gewöhnlichen (normalen) chemischen Verbindungen, welche sich nach einfachen und konstanten Zahlenverhältnissen bilden und zersetzen.

Das Wesen der Absorptionsverbindungen, der Mechanismus bei ihrer Bildung und Zersetzung, ihre Zusammensetzung, sie sind zu wenig bekannt, daß es jetzt lohnend sein würde, die Absorptionen, aus Lösungen durch Kolloide hervorgebracht, mit Erscheinungen der Kapillarität und der reinen Oberflächenwirkungen zu vergleichen und in Zusammenhang zu bringen. Der Versuch genügt vorderhand, um die Absorptionsverbindungen der Hydrogels oder Kolloide unter einen gemeinschaftlichen Gesichtspunkt zu bringen.

Der Hydrogel von SiO_2 bindet KOH, NaOH, $Ca(OH)_2$ u. s. w. — Chlorür, Sulphat, Nitrat von K oder Na. — HCl, H_2SO_4, HNO_3 — aus wässriger Lösung. Die Eigenthümlichkeit tritt dabei hervor, daß innerhalb gewisser Grenzen der Konzentration aus diesen Lösungen so viel gebunden wird, als dem im Gel gebundenen Wasser und der Konzentration annähernd entspricht. Die Stärke der Lösung bleibt also annähernd dieselbe. Scheinbar hat keine Absorption stattgefunden.

Die Wirkung des Hydrogels auf Alkalisalze mit schwachen Säuren (K_2CO_3, Na_2HPO_4, $CaCO_3$) erfolgt in der Weise, daß er eine gewisse Menge von KOH, NaOH oder $Ca(OH)_2$, sowie von den Salzen entzieht, so daß eine äquivalente Menge von Bicarbonat oder primärer Phosphate sich bildet. Der Hydrogel hat also ein stärkeres Absorptionsvermögen für alkalische Basen als für Säuren und für Salze, aber doch von derselben Art.

Er ist fähig, chemische Zersetzungen zu bewirken, derart, daß er aus Lösungen von Salzen mit schwachen Säuren, in welchen man einzelne Molekeln dissoziirt annehmen darf, deren Base anzieht und bindet; in Folge dessen kann eine neue Menge dissoziirt werden, und das geht so weit, bis ein Gleichgewicht bei der herrschenden Temperatur eingetreten ist zwischen dem Absorptions- und Bindungsvermögen des Kolloids und der Rückwirkung der Säure und des Wassers. Auch daraus ergiebt sich, daß das Absorptionsvermögen abnimmt, nachdem eine größere Menge absorbirt ist.

Kalk wird wegen seiner geringen Löslichkeit in Wasser noch stärker absorbirt als Kali. Bei diesen Absorptionen sind chemische Substitutionen zu erhalten. Hat z. B. der Hydrogel Kalk absorbirt, so wird er aus einer Lösung eines Kali- oder Natronsalzes einen Theil seines Kalkes gegen Kali auswechseln, und umgekehrt.

Diese Absorptionsverbindungen des Hydrogels von SiO_2 mit Alkalien in in-

konstanten Verhältnissen können unter günstigen Umständen in gewöhnliche chemische Verbindungen übergehen. Wird die Absorptionsverbindung unter genügendem Kalizusatz in Wasser gelöst und dann eingedampft oder mit Alkohol versetzt, dann scheidet sich krystallinisch die chemische Verbindung ab:

$$SiO_2.Na_2.O3H_2O.$$

Bei Wiederauflösung in Wasser und Verdünnung zersetzt sich das Salz. Wird die Kieselsäure durch eine stärkere Säure wieder ausgeschieden, dann kommt sie auch wieder im kolloidalen Zustande hervor.

Andere anorganische Hydrogels, die Verf. prüfte (Metazinnsäure, Zinnsäure, Rothes Kolloid von MnO_2), besaßen ein noch stärkeres Absorptionsvermögen als die Kieselsäure. Der Hydrogel von Eisenoxyd zeigt die stärkste Absorption. Auch kolloidale Salze, wie Ferriphosphat oder Aluminiumphosphat haben nach *Detmer* ein ähnliches Absorptionsvermögen. Im Allgemeinen gehört dazu die bekannte Erscheinung, daß kolloidale Niederschläge so schwer rein zu waschen sind.

Zersetzung von Salzen in Lösung durch Kolloide. Beispiele von Zersetzungen durch den Hydrogel der Kieselsäure wurden bereits oben angeführt. Von den kolloidalen Humussubstanzen ist beobachtet, daß sie eine partielle Zersetzung von Karbonaten und Phosphaten bewirken können, ja selbst eine geringe Zersetzung von Salmiak und Chlorkalium. Die Hydrogels von Eisenoxyd und Alaunerde entziehen den Ammoniaksalzen in wässriger Lösung einen Theil der Säure. Alle diese Erscheinungen sind, außer von dem Kolloid und dem Salze, noch von der Konzentration der Lösung und von der Temperatur abhängig.

Umbildung der Hydrogels in chemische Hydrate, sowie der Absorptionsverbindungen in gewöhnliche chemische Verbindungen. Wenn die Hydrogels oder im Allgemeinen die Kolloide der Oxyde oder der Salze in chemische Hydrate sich umsetzen, dann haben sie auch das Vermögen eingebüßt, Absorptionsverbindungen zu bilden, wie dies bereits oben beschrieben ist. Die Umsetzung ist am besten zu konstatiren, wenn der Hydrogel eine krystallinische Form annimmt. So haben BeO und Al_2O_3 die Eigenschaft, sich aus ihrer alkalischen Lösung krystallinisch abzuscheiden. Die trockenen Substanzen entsprechen dann einfachen chemischen Formeln ($BeOH_2O$ und $Al_2O_3.\ 3H_2O$). Sie sind dann sehr wenig hygroskopisch und die kleinen Mengen von Wasser, welche sie enthalten, geben sie leicht über Schwefelsäure ab. Außerdem sind diese Hydrate, verglichen mit den Hydrogels, in ziemlich weiten Temperaturgrenzen beständig geworden, während die Hydrogels bei jeder Temperatur eine andere Zusammensetzung haben.

Substitution bei Absorptionsverbindungen. Wenn die Hydrogels eine krystalloidale Substanz absorbirt haben, kann diese durch andere ersetzt werden. Wenn ein Hydrogel eine gewisse Substanz a aus einer Lösung absorbirt hat, hierauf aus der Lösung genommen wird, und hierauf in eine Lösung einer Substanz b gebracht wird, wird diese eine gewisse Menge von a auslösen, bis Gleichgewicht eingetreten ist; der Hydrogel wird aber zugleich von b absorbiren, bis gleichfalls Gleichgewicht eingetreten ist. Es hat also keine wahre, sondern nur eine scheinbare Substitution stattgefunden. Inwieweit aber das Gleichgewicht mit a auf den Gleichgewichtszustand mit b zurückwirkt, ist kein einfaches Problem. So lange die absorbirten Mengen gering sind, weil die Absorption in verdünnten

Lösungen stattfindet, wird die Erscheinung annähernd additiv sein, das heißt: a und b werden beide absorbirt, ohne daß sie sich gegenseitig merkbar beeinflussen.

Wenn aber die absorbirte Menge von a groß ist, kann es vorkommen, daß der Hydrogel, nachdem er in die zweite Lösung gebracht ist, mehr von a verliert, als nöthig ist, um sich mit dem Wasser in Gleichgewicht zu setzen, weil die Substanz b einen Theil von a verdrängt. Die schwächer gebundene Menge von a (schwächer gebunden, weil sie in größerer Quantität absorbirt war) wird ersetzt durch die stärker gebundene Menge von b (stärker gebunden, weil sie in kleinerer Quantität gebunden wird). Wenn überhaupt b stärker gebunden wird als a, so wird die Verdrängung von b durch a noch bedeutender sein. Diese ist eine wahre Substitution.

Wenn ein Hydrogel mit einer Lösung einer Substanz a in Gleichgewicht getreten ist, und wenn weiter eine Substanz b in dieser Lösung aufgelöst wird, dann können die Substitutionen um so größer sein, je nachdem das Absorptionsvermögen für b stärker ist als für a, und je nachdem die Lösung für b konzentrirter gemacht wird. Wird der Hydrogel nach der Sättigung mit a aus der Lösung genommen und wiederholt mit einer neuen Lösung von b behandelt, dann wird a desto eher oder später durch b ersetzt, nachdem das Absorptionsvermögen des Hydrogels für b größer oder kleiner ist als für a. Wenn eine chemische Wirkung zwischen den Substanzen a und b stattfindet, dann wird die Substitutionserscheinung komplizirter.

Hat ein Hydrogel ein Salz aus einer Lösung absorbirt, und wird ein anderes Salz darin gelöst, so können dabei chemische Substitutionen stattfinden. So z. B. wenn Kalk durch Kieselsäure absorbirt ist und Chlorkalium in die Salzlösung gebracht wird, kann ein größerer oder kleinerer Theil Kalk durch Kali ersetzt werden, und Chlorkalcium in Lösung kommen. Es werden nun Kali, Kalk und Chlorcalium gebunden. Derselben Art sind die Erscheinungen, wenn kolloidale Silikate mit einer Lösung eines Kalisalzes oder eines Ammonsalzes behandelt werden. Eine gewisse Menge K_2O wechselt aus gegen Ca, Mg, Na im äquiv. Verhältnisse. Betrachtet man die amorphen Silikate der Ackererde als kolloidale Substanzen, so gehören auch hierher die Absorptionserscheinungen in der Ackererde bei Behandlung mit Salzlösungen, insofern sie von diesen Silikaten hervorgebracht werden. Das ungleiche Absorptionsvermögen des Kolloids für verschiedene Basen kommt dabei in Betracht.

Theoretische Betrachtungen über die Bildungsgesetze der Absorptionsverbindungen der Kolloide. Die Beobachtungen über das Wesen und den Gang der Reaktion faßt Verf. in folgenden Sätzen zusammen.

1) Nehmen wir an, daß die Absorptionsverbindungen homogen sind, — d. h.: jedes Molekül oder jede Mole enthält die absorbirte Substanz in demselben Verhältniß, — dann werden, wenn eine Aenderung in dem System hervorgebracht wird, die Mole alle reicher oder ärmer an absorbirter Substanz. Diese Aenderungen können die Temperatur, oder die Mengen der aufeinanderlagernden Substanzen, oder die Konzentration der Lösung betreffen.

Bei der partiellen Zersetzung einer Absorptionsverbindung werden nicht, wie bei der Dissoziation der chemischen Verbindungen, eine gewisse Zahl

Molekeln in zwei oder mehr Komponenten zersetzt, sondern alle Molekeln und Molen verlieren eine gleiche Menge der absorbirten Substanz und bleiben homogen, bis wieder Gleichgewicht eingetreten ist. Das Umgekehrte gilt bei einer Bildung von einer Absorptionsverbindung, oder bei einer Bereicherung der absorbirten Substanz an absorbirter Substanz.

Die Absorptionskraft ist keine konstante. Wenn z. B. ein trockener Hydrogel aus einem Wassermedium Wasser absorbirt, so thut er das mit abnehmender Kraft und also auch langsamer, nachdem schon mehr Wasser absorbirt ist. Umgekehrt, wenn er Wasser verliert, wird dieses langsamer abgegeben, je nachdem er wasserärmer geworden ist. In gleicher Weise werden, sobald ein Hydrogel aus einer Lösung eine Substanz absorbirt, die ersten Mengen selbst aus verdünnter Lösung schnell und in größerer Menge aufgenommen; die Kraft, womit der Widerstand der Flüssigkeit überwunden wird, ist am größten. Je mehr absorbirt ist, desto schwächer wird die Absorptionskraft gegenüber dem Widerstand der Flüssigkeit. Um die absorbirte Menge zu vergrößern, muß also der Widerstand des Wassers verkleinert werden; dies wird erreicht, wenn die Lösung konzentrirter gemacht wird. Umgekehrt sind stets größere Mengen Flüssigkeit nöthig, um die absorbirte Substanz wieder zu lösen, nachdem die Absorptionsverbindung bereits einen größeren Theil davon wieder abgegeben hat.

2) Die gebundene Menge hängt auch von dem Zustande des Kolloids oder Hydrogels ab, vorausgesetzt, daß alle anderen Umstände dieselben sind; der Hydrogel erfährt durch Eintrocknen, Erwärmen u. s. w. eine Aenderung, wodurch auch das Absorptionsvermögen geändert wird.

3) Jeder Hydrogel hat ein eigenes Absorptionsvermögen für eine Säure, eine Base oder ein Salz. Der eine Hydrogel absorbirt die Säuren stärker, der andere die Basen, der dritte die Salze; und wiederum werden auch verschiedene Säuren, Basen oder Salze mit verschiedener Stärke aus Lösungen absorbirt. Im Allgemeinen kann man sagen, daß die Absorption am stärksten auftritt, wenn der Hydrogel und die absorbirte Substanz unter anderen Umständen auch zu chemischen Verbindungen zusammentreten können. Es scheint also, als ob eine Absorptionsverbindung oft der Bildung einer chemischen Verbindung vorangehen kann.

4) Das Absorptionsvermögen ist ferner von der Temperatur abhängig. Dieses folgt schon daraus, daß aus dem Hydrogel bei der Erwärmung eine gewisse Menge Wasser entbunden wird, und daß die absorbirten Substanzen durch warmes Wasser leichter gelöst werden als durch kaltes. Der Einfluß der Temperatur auf das Absorptionsvermögen ist noch für keinen Fall numerisch untersucht.

5) Wenn das Absorptionsvermögen gegeben ist — also wenn man einen bestimmten Hydrogel in einem bestimmten Zustande und eine bestimmte, absorbirbare Substanz bei einer bestimmten, konstanten Temperatur berücksichtigt, — so hängt die Menge der durch ein bestimmtes Gewicht des Hydrogels absorbirten Substanz nur von der Konzentration der Lösung ab. Es bildet sich ein Gleichgewicht zwischen dem Absorptionsvermögen des Hydrogels oder Kolloids einerseits und der entgegenwirkenden Kraft des Wassers (Lösungsvermögen) andererseits. Ist dabei eine chemische Zersetzung der sich in Lösung befindenden Substanz im Spiele, so nimmt das chemische Bildungsvermögen noch an

der Bildung des Gleichgewichts Theil (z. B. von Kali und Schwefelsäure, Natron und Phosphorsäure u. s. w.).

Je nachdem also die Lösung stärker ist, wird mehr, aber in abnehmendem Maße daraus absorbirt, so daß zuletzt eine Grenze erreicht wird. Daraus ergiebt sich, daß die gleiche Menge Hydrogel aus einer größeren Menge Flüssigkeit, sowie aus ein und derselben Menge aber aus stärkerer Flüssigkeit mehr absorbirt. Denn in beiden Fällen kann der Endzustand der Flüssigkeit ein stärkerer sein.

Nun ist ganz deutlich, daß der Grenzwerth der Absorption erst erreicht wird, wenn die Flüssigkeit im Endzustande des Versuchs mit der Substanz, welche absorbirt wird, gesättigt ist; im Falle eines Salzes z. B., wenn sich am unteren Ende noch ungelöstes Salz neben dem Hydrogel in der Flüssigkeit befindet. Diese Grenzzustände sind aber nie untersucht, die Bestimmung der absorbirten Menge ist in diesem Falle beschwerlich.

II. Anwendung der vorigen Sätze auf die Absorptionserscheinungen in der Ackererde. Bestandtheile der Ackererde. Zu den nicht kolloidalen Bestandtheilen der Ackererde sind zu rechnen: Quarz, krystallinische Fragmente von Silikaten, einfache Salze, das sogen. krystallinische Aluminium-Kaliumsilikat. Die kolloidalen Bestandtheile der Ackererde werden gebildet durch die Geweberestе der Pflanzen, thierische Reste, die Humussubstanzen, das kolloidale Eisenoxyd, kolloidale Kieselsäure, die amorphen zeolithischen Silikate, welche durch Verwitterung entstanden sind.

Zusammensetzung der amorphen Verwitterungs-Silikate in der Ackererde. Die Zusammensetzung ist sehr ungenügend bekannt, eben weil sie Kolloide sind. Das kolloidale Silikat besteht wohl nicht aus einem trennbaren Gemisch von chemischen Individuen. Es ist gewiß von verschiedener Zusammensetzung. Die kolloidalen Theile haben einen gewissen Zusammenhang. Die kolloidalen Silikattheilchen und die kolloidalen Humussubstanzen sind mit einander zusammengebacken, und außerdem haften sie noch an den Quarzkörnern, den krystallinischen Thontheilchen und an den Fragmenten der krystallinischen Silikate. Es ist bekannt, daß andererseits die Humussubstanzen das Zusammenkleben der kolloidalen Silikattheilchen verhindern. Humus und Thon bilden miteinander keine so harte Masse als Thon allein, indem der Humus die Thontheilchen umgiebt und das starke Zusammenzementiren beeinträchtigt. Andererseits zementiren Humussubstanzen und Thon die Quarzkörner. Auch Eisenoxyd, Eisenhumat, Calciumkarbonat u. s. w. zementiren die Theile einer Ackererde.

Die Körnerstruktur eines Thonbodens wird hauptsächlich durch die löslichen Salze, besonders durch das saure Calciumkarbonat hervorgebracht. Die durch die Kolloide absorbirten Basen und Salze müssen dabei ihre Bedeutung haben[1]). Werden die löslichen Salze fortgeschafft, so nimmt der Thon eine andere Struktur an; er wird zu einem Schlamm.

Es kostet viele Mühe, alle Theile eines thonigen Ackerbodens von einander zu trennen. Durch Salzsäure wird das zementirende Eisenoxyd, durch Kali ein Theil der zementirenden Humussubstanz gelöst. Dann muß noch lange mit

---

[1]) Vergl. die Untersuchungen von *Hilgard*. Diese Zeitschrift. Bd. II. 1879. S. 441—454.



Wasser gekocht und alles aufgerieben werden, ehe die Einzeltheile von einander getrennt sind und durch Schlämmen geschieden werden können.

Die Humussubstanzen. Nicht allein, daß die Humussubstanzen in der Natur ein amorpher Komplex von Zersetzungsprodukten der Kohlenhydrate, Eiweißsubstanzen u. s. w. sind, sie enthalten dabei auch immer Ammoniak und mineralische Bestandtheile mehr oder weniger gebunden. Der natürliche Humus ist stickstoffhaltig und ein Theil davon kann als Ammoniak durch Kali ausgetrieben werden; durch Behandlung mit stärkerer Kalilösung wird unzweifelhaft Ammonik neu gebildet. Der Humus enthält Mineralbestandtheile gebunden. Wenn das Moor analysirt wird, ergiebt es sich schon, daß die alkalischen Basen für den größten Theil nothwendig an Humussubstanzen gebunden sein müssen, denn es fehlen Mineralsäuren; die Kohlensäure der Karbonate muß also durch sogen. Humussäuren ausgetrieben sein.

Hinsichtlich der Löslichkeit der Humussubstanzen ergiebt sich, daß solche existieren, die an und für sich in Wasser löslich sind, ja daß einzelne durch kolloidale Membranen bei der Dialyse hindurchgehen, aber meistens ist die Löslichkeit eine kolloidale, d. h. wenn sie sich lösen, bilden sie eine opalisirende Flüssigkeit. Oft hängt die Löslichkeit auch von kleinen Mengen Alkali und Ammoniak ab; oft können sie durch Einfluß einer kleinen Menge Säure oder Salz abgeschieden oder durch Trocknen, sowie auf andere Weise in eine unlösliche Modifikation umgeändert werden, wie das bei kolloidalen Substanzen im Allgemeinen vorkommt.

Viele gelöste Humussubstanzen zeigen die Eigenschaften des Hydrogels. Die durch ein Alkali gelöste und durch eine Säure koagulirte Substanz löst sich nach dem Auswaschen zum Theil wieder auf, und diese Lösung ist eine kolloidartige. Diese Humussubstanzen bilden Absorptionsverbindungen mit Säuren und Salzen, am leichtesten jedoch mit Basen. Auch bei diesen letzteren darf man keine gewöhnlichen chemischen Verbindungen erwarten.

Die gelösten Humussubstanzen bilden mit den Alkalien lösliche Komplexe, welche durch Alkohol abgeschieden werden können. Die löslichen Humussäuren können auch solche lösliche Molekularkomplexe mit Ammoniak, sowie mit verschiedenen unlöslichen Basen, CaO, MgO, FeO, Fe_2O_3, MnO u. s. w. bilden.

Was die unlöslichen Humussubstanzen betrifft, so können sie aus Lösungen von Alkalien oder Alkalisalzen mit schwachen Säuren eine gewisse Menge Alkali aufnehmen. Im Wasser unlösliche Verbindungen der sogen. Humussäuren werden erhalten, wenn die wässerige oder alkalische Lösung einer Humussubstanz mit einer Lösung von den Hydraten der alkalischen Erde oder der Salze von alkalischen Erden und Metalloxyden (Salze von Ca, Pb, Fe u. s. w.) versetzt wird. Auch diese Verbindungen sind kolloidaler Natur von wechselnder Zusammensetzung. Die Humussubstanz in wässeriger Lösung präzipitirt schon durch eine kleine Menge des Salzes, weil sie dadurch schon koagulirt, und nun vermag sie außerdem von der Basis oder von dem Salze eine gewisse Menge durch Absorption zu binden. Selbst eine ungelöste Base im Hydrogelzustande vermag Humussäure zu fällen (Hydrogel von Alaunerde).

Die Absorptionserscheinungen durch die verschiedenen Bestandtheile einer Ackererde hervorgebracht. Wenn im Boden krystal-



linische Silikate vorkommen, können dabei solche sein, die aus Salzlösungen Basen unter Auswechslung absorbiren. Diese Erscheinung gehört zu den bekannten metamorphischen Bildungen. Diese Reaktionen sind von den Absorptionen unterschieden und treten bei den Absorptionsversuchen mit Ackererden nicht in den Vordergrund.

Insofern Hydrogel von SiO_2 in der Ackererde vorkommt, kann dieser absorbiren KOH, NaOH, NH_3, CaO, MgO aus Lösungen der Hydrate und aus Lösungen von Salzen mit schwachen Säuren. Ist die Erde reicher mit Wasser gesättigt, so muß eine geringe Absorption aus der Lösung bemerkbar sein, wenn die Menge freie Kieselsäure bedeutend ist. Das ist aber bei Ackererden wohl selten der Fall. Wird ein thoniger Boden mit Salzsäure behandelt, dann bleibt aus den zersetzten kolloidalen Silikaten viel Kieselsäure-Gel beim Thon zurück und die Erde zeigt dann nach der Auswaschung ein starkes Absorptionsvermögen für alkalische Basen.

Der Hydrogel von Fe_2O_3 oder $Fe_2O_3(FeO)^x$ muß dieselben Erscheinungen hervorbringen wie die Kieselsäure; die Absorption von vollständigen Salzen ist jedoch beträchtlicher als bei der Kieselsäure.

Die kolloidalen Silikate des Ackerbodens können unzweifelhaft freie Alkalien, freie alkalische Erden und Ammoniak aus einer Lösung absorbiren. Weiter geben sie die bekannten Substitutionen, wenn sie mit Lösungen von Salzen in Berührung treten.

Kali wird durch die Ackererde am stärksten gebunden, mithin auch am stärksten aus Salzlösungen absorbirt, unter Austausch mit äquivalenten Mengen Kalk, Natron, Magnesia. Wenn ein Boden je mit Lösungen eines Kali-, Magnesia-, Natron- oder Kalksalzes von äquivalent gleicher Konzentration behandelt wird, so muß die Endkonzentration der Lösung für das Kalisalz geringer sein als für das Magnesiasalz und für das letztere wieder geringer als für das Natron- und Kalksalz; denn das Kali ist am stärksten im Kolloid gebunden und die Rückwirkung der gelösten Kalk- und Natronsalze ist die schwächste.

Ist eine Erde mit Kali u. s. w. gesättigt worden, dann ist es selbstverständlich, daß man die neu absorbirte und einen Theil der schon vorhandenen wieder durch andere Basen ersetzen kann, wenn man die Erde nur wiederholt mit einer Lösung eines anderen Salzes behandelt. Denn das ausgelöste Kali wird jedesmal beseitigt und kann also keinen rückwirkenden Einfluß mehr ausüben. Auch wird die Endstärke der Lösung an Kali jedesmal geringer und also ihre Rückwirkung schwächer.

Daß Salze von Na, Ca, NH_4 die Absorption von Kali aus einer Salzlösung herabdrücken, erklärt sich aus dem Umstande, daß ihre Gegenwart die umgekehrte Reaktion befördert, indem sie Kali in Lösung bringen. Daß Natronsalze die scheinbare Absorption von Phosphorsäure aus einer Phosphatlösung fördern, ist auch leicht zu erklären, denn sie bringen durch Auswechslung Kalk und Magnesia in die Lösung, welche mit dem löslichen Phosphat einen Niederschlag von Calcium und Magnesiumphosphat geben.

Eine wichtige Frage bleibt es, ob kolloidale Silikate krystalloide Substanzen ohne Auswechslung absorbiren können. Daß sie kolloidale Substanzen, wie Humussubstanz, Gerbsäure u. s. w., binden können, ist bekannt, aber von krystal-

loidalen Substanzen ist eine Absorption nur für alkalische Basen bewiesen. Aus den diesbezüglichen Versuchen des Verf. geht hervor, daß nicht allein die Kieselsäure, sondern auch die amorphen Aluminiumsilikate aus einer verdünnten Lösung das Wasser mit dem gelösten Salz absorbiren, also annähernd die ganze Salzlösung, ohne Ausscheidung von Salz oder Wasser.

Aus diesen Versuchen erhellt ferner, daß das Absorptionsvermögen unter Auswechslung in einer Erde zu einem Minimum herabgedrückt wird, wenn die durch starke Salzsäure zersetzbaren Silikate entfernt sind, wie wohl dann die Erde noch viel Aluminiumsilikat und Aluminiumkaliumnatriumsilikat enthält.

Die Humussubstanzen halten das Kali stärker gebunden als den Kalk, aber die Kalkverbindung ist weniger löslich. Wenn also die Moorsubstanz mit einer Lösung von einem Kalksalze behandelt wird, wird eine gewisse Menge Kali gebunden werden unter Auswechselung mit Kalk und Magnesia. Wird aber die lösliche Verbindung von Humus mit einem Alkali mit einer Kalklösung behandelt, so wird sie eine gewisse Menge unlöslicher Kalk-Humusverbindung bilden. Wird das Moor mit einer verdünnten Säure ausgezogen und dadurch die kolloidalen Verbindungen der Humussubstanz mit mineralen Basen letzterer beraubt, so sinkt natürlich die Größe der Absorption auf ein Minimum.

Die Einwirkung der Humussubstanzen auf Alkalikarbonate, Alkaliphosphate u. s. w. (Salze mit schwachen Säuren) tritt in der Weise in die Erscheinung, 1) daß gewisse Mengen Alkali absorbirt werden unter Auswechselung gegen Kalk und Magnesia, 2) daß außerdem Alkali durch die unlöslichen Humussubstanzen absorbirt wird, 3) daß Humussubstanz durch das freigemachte Alkali in Lösung gebracht, 4) daß Mineralsäuren durch alkalische Erden niedergeschlagen werden. Da die Absorption ad 2 und 3 größer ist als ad 1, so bildet sich viel saures Salz (Phosphat u. s. w.). Enthält die Moorsubstanz wenig oder keinen Kalk noch Magnesia, welche mit der Phosphorsäure ein unlösliches Salz bilden können, so bleibt die scheinbare Absorption der Phosphorsäure aus. Aus Calciumphosphat kann selbst die im Wasser suspendirte Humussäure Kalk absorbiren und Phosphorsäure frei machen.

Daß kolloidale Pflanzensubstanzen und thierische Gewebe minerale chemische Verbindungen absorbiren können, wobei selbst chemische Zersetzungen eintreten können, ist bekannt. Von den Humuskolloiden kann man erwarten, daß sie wie SiO_2 ganze Salze und Säuren in kleiner Menge zu absorbiren im Stande sind. Wenn sie aus wässriger Lösung durch eine kleine Menge Säure oder Salz koagulirt werden, dann sind sie höchst mühsam durch Auswaschen von Säure oder Salz zu befreien. Das beweist schon, daß die Säure oder das Salz vom Kolloid gebunden wird. —

Zum Schluß werden die Resultate vorliegender Untersuchung vom Verf. in kurzen Zügen, wie folgt, zusammengefaßt:

„Die Absorptionsverbindungen bilden sich aus den Komponenten nach inkonstanten Molekülverhältnissen. Sie müssen von den chemischen Verbindungen getrennt werden, sie können oft in diese letzteren umgebildet werden. Die kolloidalen Substanzen bilden solche Absorptionsverbindungen mit Wasser oder anderen Flüssigkeiten; mit Basen, Säuren, Salzen, wenn sie mit deren Lösungen zusammen sind. Das Absorptionsvermögen der Kolloide ist von ihrem molekularen Aggre-

gationszustande abhängig und auch für verschiedene absorbirbare Substanzen ein verschiedenes. Die Absorptionskraft nimmt ab, je nachdem das Kolloid schon mehr Substanz absorbirt hält. Das Verhältniß zwischen der Konzentration des Kolloids und der Konzentration der Lösung im Gleichgewichtszustande ist eine komplizirte (noch unbekannte) Funktion dieser Konzentrationen und der Temperatur. Die absorbirten Substanzen können mit anderen Substanzen in Lösung ausgewechselt werden (Substitution); Basen werden dabei äquivalentweise gegen Basen aus Salzlösungen ausgewechselt. Kolloide können oft durch ihr Absorptionsvermögen chemische Zersetzungen von Salzen verursachen.

Die Ackererde enthält Kolloide: kolloidale Silikate, Eisenoxyd, Kieselsäure, Humussubstanzen, welche alle die oben genannten Wirkungen hervorbringen können. Die Absorptionserscheinungen, die bei der Behandlung von Ackererde mit Lösungen erhalten werden, sind hauptsächlich den kolloidalen Silikaten zuzuschreiben; ihr Absorptionsvermögen für vollständige Salze ist ein geringes.

E. W.

H. Le Chatelier. **Ueber die Wirkung der Wärme auf die Thone. — Ueber die Zusammensetzung der Thone.** Comptes rendus. 1887. T. CIV. p. 1443. 1517. — Naturw. Rundschau. 1887. Nr. 39. S. 324.

Die Hydrate der kieselsauren Thonerde (Thone, Kaoline u. s. w.) sind trotz ihrer Bedeutung, die sie ihrem reichlichen Vorkommen in der Natur und ihren zahlreichen Verwendungen in der Industrie verdanken, in Betreff ihrer chemischen Zusammensetzung noch wenig bekannt. Gewöhnlich bilden sie zu komplizirte Gemische, um genaue chemische Analysen zu gestatten. Verf. sah sich deßhalb veranlaßt, die Temperaturen zu messen, bei denen die Thone sich entwässern, um so eine erste chemische Sonderung dieser verschiedenen Hydrate zu erzielen.

Erhitzt man eine kleine Menge Thon schnell, so erfährt die Temperatursteigerung im Moment des Entwässerns eine Verlangsamung, welche bei verschiedenen Hydraten verschieden ausfallen muß. Dies haben die Versuche in der That gezeigt. Die Temperaturen wurden mittelst der thermoelektrischen Kette Platin-Platinrhodium bestimmt und die Angaben des Galvanometers photographisch registrirt. Die Löthstelle der Säule befand sich innerhalb einer geringen Masse des zu untersuchenden Thones, der in einen Platinkegel von 5 mm Oeffnung eingeschlossen war und in einem mit geglühter Magnesia gefüllten Tiegel erhitzt wurde. Unter den gewählten Versuchsbedingungen dauerte es 10 Minuten bis die Temperatur auf 1000° gestiegen war, was einer Erwärmung von durchschnittlich 4° in zwei Sekunden entsprach. Die Graduirung erfolgte durch die bekannten Siedepunkte von Wasser, Schwefel, Selen und Gold.

Die Versuche lehrten, daß man während des Erwärmens verschiedener Thone nicht nur Verlangsamungen, entsprechend den Entwässerungsstufen, sondern zuweilen auch starke Beschleunigungen beobachtet, was auf Erscheinungen hinweist, die mit Wärmeentwickelungen einhergehen. Es zeigte sich ferner, daß die Komplizirtheit nicht so groß ist, als es anfangs geschienen, denn obschon eine sehr große Anzahl der verschiedensten Thonsorten untersucht wurde, konnte man im Wesentlichen nur fünf verschiedene Typen unterscheiden, welche sich durch folgende Eigenthümlichkeiten charakterisirten:

1) Der Typus des Halloysit, dem unter verschiedenen anderen der feuerfeste Thon von Forges, der plastische Thon von Gentily, der Lenzinit der Eifel, die weiße Seife von Plombières angehören, zeigt eine erste deutliche Verlangsamung der Erwärmung zwischen 150 und 200°, eine zweite sehr bedeutende, die bei 700° endet, und endlich eine starke Beschleunigung bei 1000°.

2) Der Typus des Allophans von St. Antoine zeigt nur eine Verlangsamung zwischen 150 und 220° und eine Beschleunigung bei 1000°.

3) Der Typus des krystallinischen Kaolins von Red Mountain, dem auch die verschiedenen Porzellanerden Frankreichs und Chinas sich ähnlich verhalten, zeigt eine einzige sehr deutliche Beschleunigung, die bei 770° endet und eine geringe Beschleunigung bei 1000°.

4) Der Typus des Pyrophillit von Beresow zeigt eine erste Beschleunigung, die bei 700° endet, und eine zweifelhafte bei 850°.

5) Der Typus des Montmorillonit von St. Jean de Côle, dem sich gleichfalls eine Reihe anderer Thone anschließt, zeigt eine erste sehr bedeutende Verlangsamung bei 200°, eine zweite weniger deutliche bei 770° und eine dritte zweifelhafte bei 950°.

Die so charakterisirten fünf Typen bilden in der Regel keine Mischungen mit einander; es war aber zu untersuchen, in welchem Maße freie Kieselerde und freie Thonerde in ihnen enthalten sind, da auch diese den Gang der Erwärmung beeinflussen konnten. In derselben Weise untersucht, zeigte das Hydrat der Kieselerde bei fortschreitender Erwärmung eine Verzögerung zwischen 100° und 200°, während das Thonerdehydrat ein sehr verschiedenes Verhalten darbot, je nach seiner Entstehung. Entweder zeigte es eine Verlangsamung bei 200° und bei 360°, oder neben diesen noch eine plötzliche Beschleunigung bei 850°, oder endlich eine Verlangsamung bei 700°. Aus diesem Verhalten folgt, daß Kieselerdehydrat in keinem Hydrat der Thonerdesilikate nachgewiesen werden kann, da diese fast sämmtlich zwischen 100° und 200° eine Verzögerung ergeben haben, somit sämmtlich freie Kieselsäure enthalten können; die beiden ersten Thonerdehydrate können hingegen in keinem Fall der untersuchten Thone vorkommen, während die letzte Sorte des Thonerdehydrats nur in den Halloysiten existiren kann.

Was nun die chemische Zusammensetzung der fünf verschiedenen Typen der Thone betrifft, so ist die von zweien bereits lange bekannt, nämlich die der Pyrophyllite, deren Zusammensetzung der Formel $4SiO_2$, Al_2O_3, H_2O entspricht und die des Kaolins = $2SiO_2$, Al_2O_3, H_2O. Die zweite Gruppe der Allophane enthält nur eine kleine Anzahl von Thonen, deren Formel nach den bekannten Analysen SiO_2, Al_2O_3 aq. zu sein scheint. Aus der fünften Gruppe hat Verf. selbst einen Repräsentanten analysirt und die Zusammensetzung durch die Formel $4SiO_2$, Al_2O_3, H_2O Aq. ausdrückbar gefunden. Die erste Gruppe endlich, welche die wichtigste ist, weil ihr alle sedimentären Thone und die Mehrzahl der chemischen Thone angehören, hat Verf. gleichfalls selbst eingehend untersucht. Die erste Gruppe dieses Typus ist freilich zu komplizirt zusammengesetzt, weil sie ein Gemisch von Quarz, von krystallinischem Thonsilikat und kolloidalem Thon ist. Aber die chemischen Thone, die oft sehr rein vorkommen, konnten in sieben Exemplaren untersucht werden und gaben eine Zusammensetzung, welche

der Formel $2SiO_2$, Al_2O_3, H_2O Aq. entspricht. Das in ihnen enthaltene Wasser trennt sich sehr scharf in zwei Theile, von denen der eine bei 150° in 24 Stunden oder bei 250° in einer Viertelstunde entweicht, während der andere erst bei 400° zu entweichen beginnt; ihr Mengenverhältniß ist stets 2 Aeq. zu 1 Aeq. Das Verhältniß der Kieselerde zur Thonerde wird in einzelnen Fällen durch Beimengungen von freier Kiesel- oder Thonerde etwas verändert, aber diese Abweichung kommt nur selten vor und beeinflußt weder das Verhältniß des fester gebundenen Wassers noch überhaupt die allgemeine Formel dieser Gruppe, welche der Formel des Kaolins gleicht, aber die Thone verhalten sich in ihren physikalischen Eigenschaften so verschieden von den Kaolinen, daß ihr Zusammenfassen in eine Gruppe nicht zulässig erscheint.

***H. von Post.* Ueber koprogene Bodenbildungen der Jetztzeit: Schlamm, Moor, Torf und Mull (Humus).** — Bearbeitet und übersetzt von *E. Ramann.* Landw. Jahrbücher. 1888. S. 405—420.

Verf. verband chemische Untersuchungen der humosen Ablagerungen mit mikroskopischen Beobachtungen. In chemischer Beziehung wurden sowohl die Aschenbestandtheile festgestellt, als auch die organischen Stoffe einigen Untersuchungen unterworfen. Verf. unterscheidet in Bezug auf diese: 1) Harze und fettartige in Alkohol lösliche Bestandtheile. 2) Humussäuren (Mullsäuren), die durch Digeriren mit einer 5proz. Lösung von kohlensaurem Natrium in Lösung gehen und durch Salzsäure aus der Lösung wieder ausgefällt werden. Der Niederschlag wurde bei 100° getrocknet und gewogen. 3) Humusstoffe (Mullstoffe), diejenigen organischen Stoffe, die nach Behandeln mit Alkohol und kohlensaurer Natriumlösung von verdünnter Kalilauge gelöst worden. Sie wurden ebenfalls mit Salzsäure ausgefällt und bei 100° getrocknet und gewogen. 4) Unlöslicher Rest, die organischen Stoffe, welche nach Behandlung mit den angegebenen Reagentien unangegriffen bleiben. Die Ablagerungen werden als Schlamm, Moor, Torf und Mull (Humus) unterschieden.

Schlamm. „Die Schlammablagerungen bilden vorzugsweise aus zertheilten Pflanzenresten und aus Diatomeenschalen bestehende, sowohl im nassen wie im trockenen Zustande graue, im feuchten elastische Massen, die sich auf dem Grunde klarer und reiner (sauerstoffreicher) Gewässer, Quellen, Bäche, Seen u. s. w. auf Sand und Lehm ablagern."

Mikroskopisch untersucht, besteht der Schlamm aus Algenresten, die in kleine Stücke zertheilt sind, aus Diatomeenschalen, lebenden Diatomeen, Desmidiaceen, Infusorien, Insektenlarven, Crustaceen, Koth der wasserbewohnenden Thiere. Außerdem finden sich noch unorganische Beimengungen (Körnchen von Eisenoxyd, Sand, Glimmerblättchen u. s. w.).

Verf. unterscheidet Wiesenschlamm oder Meteorpapier, auf Wiesen, die mit Wasser bedeckt sind, sich bildend, aus Algen, unzähligen Diatomeen und aus Thierkoth zusammengesetzt, ferner Quell-, Teich-, Fluß- und Seeschlamm.

Die Ablagerungen sind von sehr wechselnden Eigenschaften, sie können vielfach ebensowohl zum Schlamm als zum Moor gerechnet werden. Verf. rechnet alle im nassen Zustande grauen oder bräunlichgrauen Ablagerungen zum Schlamm, alle rothbraunen oder braunschwarzen zum Moorboden.

Was die Ablagerungsweise des Schlammes betrifft, so lagert er sich in Quellen u. s. w. am häufigsten ab, und bildet auf dem Boden derselben eine halb linsenförmige Schicht mit abgeflachtem Boden. In Seen findet sich die stärkste Ablagerung in einer Wassertiefe von 2—3 bis zu 10—15 Fuß. „Die größte Mächtigkeit erlangt der Schlamm in etwa 3—6 Fuß Tiefe; von da nimmt die Ablagerung sowohl nach dem Strande wie nach dem tieferen Wasser ab und nimmt namentlich in diesem ein anderes Ansehen an.“ Die Kenntniß dieser Bildungsweise ist wichtig bei Untersuchungen über die Entstehung der Torfmoore, deren Grund häufig von einer Schlammschicht gebildet wird.

In Seen, die Zufluß aus Flüssen oder Bächen haben, an den Mündungen der Flüsse u. s. w. ist der Schlamm durch die zugeführten Schlämmstoffe des Wassers meist geschichtet; man kann dann nach der Natur dieser Bestandtheile Sandschlamm, Thonschlamm u. s. w. unterscheiden, oder der Schlamm geht allmählich in Moorboden über (Moorschlamm). Häufig findet sich die Schlammablagerung in Verbindung mit Seekreide, mit der er sich mischt oder mit der Abscheidung von Eisenoxydhydrat und dessen Konkretionsformen (Sumpf-, Wiesenerz).

Moorboden. „Der Moorboden besteht aus Stücken feinzertheilter Pflanzengewebe und Pflanzenfasern, aus einer größeren und geringeren Anzahl von Diatomeenschalen und aus einer sehr großen Menge von Wasserthierresten, alle mit braunen Häufchen von Humusstoffen zusammengemischt. Der Moorboden ist im feuchten und trockenen Zustande braun bis schwarzbraun gefärbt. Moor lagert sich auf dem Boden von Seen und sonstigen stagnirenden Gewässern ab, die durch Humusstoffe braun gefärbtes Wasser enthalten.“

„In den Seen, in welchen es sich bildet, zeigt sich das Moor als eine weiche, lose, gleichförmig fein vertheilte, fast faserige Masse, die beim Trocknen eine außerordentliche Volumverminderung erfährt und zu harten Stücken von grau- bis schwarzbrauner Farbe eintrocknet. Dem Frost ausgesetzt, zerfällt das Moor in ein feines nicht mehr zusammenhaftendes Pulver.“

Daß der Sauerstoffgehalt des Wassers die verschiedenen Ablagerungsformen der organischen Stoffe beeinflußt, geht schon aus dem Verhalten des Moores hervor. Bringt man Moor (in etwa 2—3 Faden gebildet) mit vielem frischen Wasser zusammen, oder setzt es der Luft aus, so tritt eine theilweise Ausbleichung desselben ein.

Im Moor wie im Torf finden sich humussaure Salze des Calciums, Magnesiums und vielleicht des Eisens und der Thonerde. Gewässer, die mit vielen abgefallenen Blattresten in Berührung kommen, also namentlich Waldbäche und kleinere stehende Gewässer des Waldes färben sich von gelösten organischen Stoffen dunkel. Kalkhaltige Gewässer fällen die gelösten Humusstoffe und diese Ausfällungen sind ein Theil des Moorbodens. Daher entstehen die Moorbildungen mit Vorliebe in den Seen und Teichen der Wälder.

Aber auch im Moore selbst geben immer noch weitere chemische Umsetzungen voran und namentlich die Bildung von Humussäuren schreitet fort. Am deutlichsten wird dies durch die Veränderungen, welche die dem Moor oft sehr reichlich eingelagerten Schnecken und Muschelschalen erleiden. In der Regel finden sich dieselben nur an der Oberfläche; in den meisten tieferen

Schichten sind sie stark angegriffen und verschwinden endlich ganz. Dabei enthalten die tieferen Moorlagen ohne Conchylienreste meist mehr Kalkerde als die oberen Lagen. Selbst Gewässer mit reichlichem Kalkgehalt vermögen Schneckenschalen nicht vor dem Angriff der Humussäuren zu schützen. Finden sich auch in den Moorschichten solcher Gewässer überall Schalenreste, so sind die tiefer gelagerten doch deutlich angegriffen. Auch im Moor eingelagerte Steine werden stark angegriffen.

Verf. unterscheidet die Moorbildungen in Strandmoor, durch die beigemischten Reste höherer Pflanzen bezeichnet, und in Seemoor, durch das Fehlen derselben unterschieden.

Die Moorablagerungen erfolgen in der Regel den Bodenformen entsprechend. Sie lagern sehr häufig auf Schlamm und gehen nach oben ebenfalls sehr häufig in Torf über. In der Regel haben die mittleren Theile der Seen die mächtigsten Moorlager, dort ist das Moor nicht selten geschichtet. Zwischen Moor und Torf finden sich Uebergangsbildungen.

Torf. „Torf im geologischen Sinne sind braune organische Massen, die zum größten Theil aus ganzen, nicht zernagten oder abgebissenen Pflanzenresten bestehen oder doch solche wenigstens einschließen. Dieselben sind umgeben oder eingelagert in eine moorartige, überwiegend aus Thierkoth bestehende Masse. Dieselbe enthält Diatomeen und Reste von Thieren in weit geringerer Menge als dies beim Moor der Fall ist. Torf entsteht in Wasserflächen, die sich mit einer Decke von Wasserpflanzen bekleidet haben."

Der Unterschied zwischen Torf einerseits und Moor und Schlamm andererseits liegt eben in dem Gehalt an nicht zernagten Pflanzenresten.

Die Schlammablagerungen werden aus schwimmenden Pflanzen gebildet; die Moorpflanzen sind meist schwimmend, erheben sich jedoch zum Theil über die Wasserfläche. Nirgends bilden sie aber geschlossene Massen, sondern geben überall den zahlreichen Thierarten Raum, welche sich gerade unter ihrem Schutz am lebhaftesten entfalten. Moorbildende Pflanzen sind z. B.: Nymphaea, Nuphar, Polygonum amphibium, Potamogetonarten, Myriophyllum, Batrachium.

Die Torfpflanzen bilden diesen gegenüber einen dichten, geschlossenen, über die Wasserfläche hervorragenden Bestand; sie drängen so das Thierleben und die niederen Pflanzen zurück und entziehen beiden den Raum zu ihrer Entwickelung. Torfbildende Pflanzen sind unter anderen: Phragmites, Scirpus lacustris, Typha, Butomus, Iris pseudacorus, Sparganium ramosum und simplex, die großen Carex-Arten (C. acuta, prolixa, riparia, stricta u. A.), Hypneen und Sphagneen.

Die Torfbildung erfolgt im Gegensatz zur Moorablagerung, die oft viele Faden tief stattfindet, nur in flachem Wasser, am kräftigsten bei 1—2 Fuß Wassertiefe, geht jedoch nicht viel über 3—4 Fuß Tiefe hinab.

(In Bezug auf die Eintheilung der Torfbildungen ist hervorzuheben, daß Verf. ein von dem gewöhnlichen abweichendes System in Anwendung bringt. Die Unterschiede zwischen Gründlands- und Hochmooren, sowie die diesbezügliche Litteratur, unter welcher besonders das Werk von *Otto Sendtner*: Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. München 1854 — Beachtung verdient, sind ihm entgangen. Der Ref.)

Mull (Humus). „Der Humus besteht größtentheils aus zerbissenen Pflanzen-

theilen verschiedenen Feinheitsgrades und aus körnigen Zusammenlagerungen brauner formloser oder gerundeter Theile. Die letzteren sind aus Füllungen humussaurer Salze oder von Humussäuren zu betrachten, sie sind unlöslich in Wasser und behalten ihre Form und zum Theil auch ihre Farbe beim Behandeln mit verdünnten stärkeren Säuren oder Alkalien bei. Zwischen diesen Bestandtheilen findet sich, oft die Hälfte bis zwei Drittheile der ganzen Masse, Thierkoth."

Unter den Pflanzenresten lassen sich mittelst des Mikroskops erkennen: Pilzmycelien, Pollenkörner, Pilz- und Flechtensporen und im frischen grünen Zustande Algenzellen und palmellaartige Algen.

Unter den Thierresten sind zu erwähnen: Insekten, Haare und Chitinstücke. Außerdem finden sich massenhaft lebende und todte Insekten und deren Larven, Acariden, Wurmarten, Landschnecken.

Man kann eine große Zahl von Abarten unterscheiden: Waldhumus, entstanden aus Abfällen der Pflanzen, welche ihre Pflanzenstruktur bewahren, und das eigenthümliche Ansehen von Humus erst dann erhalten, wenn sie durch den Leib der Insekten hindurchgegangen sind.

Zwischen den humosen Bildungen der Laub- und Nadelwälder sind Unterschiede bemerkbar. Der Nadelholzhumus ist roth- bis dunkelbraun gefärbt; er enthält Holzreste und Ueberreste pflanzenfressender Thiere, zahlreiche Pollenkörner und ist überall von Pilzmycel durchzogen. In chemischer Beziehung enthält der Humus der Nadelwälder mehr Humussäuren, als im Moor und Torf zu finden sind; außerdem harzige Theile, dagegen weniger Kalkerde, Phosphorsäure und Alkalien als der Humus der Laubwaldungen. Laubholzhumus ist dunkler als der vorige gefärbt, dunkelbraun bis schwarzbraun. Er ist ebenfalls reich an Koth pflanzenfressender Thiere, sowie sehr reich an Thierresten, wie an Pilz- und Flechtensporen, dagegen nur sparsam von Mycelfäden durchzogen. In chemischer Beziehung enthält der Laubholzhumus reichlich Humussäuren, sowie Kalkerde, Magnesia, Phosphorsäure und Ammonik. An feuchten Stellen geht der Laubholzhumus in Torf- und moorartige Bildungen über.

Im Moor- und Flechtenhumus findet man Thierreste, Chitinstücke, Haare, Thierhäute, und dies alles in solcher Menge, daß man denselben als „thierischen" Humus bezeichnen kann.

Acker- und Wiesen-(Gras-)Humus ist hell und dunkel graubraun, viel mehr mit Sand und Lehm gemischt, als dies bei dem Waldhumus der Fall ist, den er ebenfalls durch Reichthum an Thierresten übertrifft. Im Allgemeinen besteht der Ackerhumus aus Thierkoth, enthält jedoch weniger unzersetzte Pflanzenreste und Mycelfäden als andere Arten. Auf Wiesen finden sich oft Humuslagen von mehreren Zoll Stärke; an feuchten Stellen bilden sich torfartige Ablagerungen.

Unter Hofhumus begreift Verf. alle humosen Ablagerungen in den menschlichen Wohnungen zusammen. *E. W.*

M. P. E. Berthelot. **Untersuchungen über die Drainwässer.** Comptes rendus. T. CV. 1887. p. 640. und Biedermann's Zentralblatt für Agrikulturchemie. 1888. S. 1.

Im Verfolg der Untersuchungen über die Bindung des Stickstoffs von dem

bewachsenen Boden[1]) hat Verf. den dem Boden durch Regen und Luft eingeführten Gesammtstickstoff mit dem durch die Drainwässer ausgewaschenen zu vergleichen versucht. Diese Versuche gewinnen dadurch an Sicherheit, daß sie mit einer bestimmten Menge Erde von genau bekannten Dimensionen ausgeführt wurden, die in einem Topf eingeschlossen war, um jeglichen Einfluß des benachbarten Bodens auszuschließen. Die Versuche wurden mit solcher Erde durchgeführt, die ihre Nitrate noch enthielt, als auch mit solcher, die derselben durch Auslaugen beraubt war.

1. Versuch. Die bewachsene Erde wurde einer Wiese entnommen, an der freien Luft unter einem Dache getrocknet und von Keimen und Pflanzenresten durch Sieben befreit. Von der so vorbereiteten Erde wurden 56 kg mit 5 kg Feuchtigkeit und 51 kg Trockenerde entnommen und in einen großen glasirten Topf gegeben, der unten durchlocht war, um den Ablaufwässern den Ablauf zu gestatten. Letztere wurden aufgefangen und zugleich mit dem Regen, dem sie entstammten, analysirt. Die Erde hatte eine Oberfläche von 1520 qcm, sie enthielt zu Anfang des Versuchs 0,380 gr Salpeterstickstoff und zu Ende desselben 0,853 gr bei einem Feuchtigkeitsgehalt von 8,8 kg. Der Versuch dauerte vom 24. Mai bis zum 20. November 1886.

Während dieser Zeit hatte die Erde 51,7 L Regenwasser bekommen, welche enthielten:

Ammoniakstickstoff	0,048	0,061 gr aus
Salpeterstickstoff	0,013	der Luft.

Mit dem organischen Stickstoff betrug die Gesammtmenge 0,074 gr. Der durch die Luft zugeführte Ammoniakstickstoff wurde zu derselben Zeit und am Versuchsorte bei gleichgroßer Oberfläche in Schwefelsäure aufgefangen und zu 0,048 gr gefunden. Die Erde hat jedenfalls weniger absorbirt als die Schwefelsäure; unter Hinzurechnung dieser Stickstoffmenge zu der durch den Regen zugeführten erhält man zwar eine etwas zu hohe Zahl für den der Atmosphäre entstammenden Gesammtstickstoff, nämlich 0,122 gr.

Zu gleicher Zeit wurden auch die Drainwässer aufgefangen, welche ein Volumen von 14,8 L einnahmen. Es waren also über zwei Drittel von dem Regenwasser verdunstet; 3,8 kg waren vom Boden zurückgehalten. Die Drainwässer enthielten an Salpeterstickstoff 0,674 gr. In demselben wurden Ammoniak und organischer Stickstoff nicht bestimmt, weil die Menge dieser Stoffe in den Drainwässern nur gering ist. Hiernach beträgt der durch die Sickerwasser verlorene Stickstoff beinahe das zehnfache von dem durch den Regen zugeführten Gesammtstickstoff und stellt sich sechsmal höher wie der Gesammtstickstoff, der von der Atmosphäre überhaupt geliefert wurde. Die 51 kg Erde hatten 12,85 gr Stickstoff, besonders in organischer Form gebunden. — In diesem Versuche waren die Nitrate schon zum Theil, nämlich 0,380 gr Stickstoff, zu Anfang des Versuchs in der Erde vorhanden, ein anderer Theil mit 1,143 gr Stickstoff hatte sich während der Dauer desselben gebildet. Um beide Wirkungen besser abschätzen zu können, wurde folgender Versuch ausgeführt.

2. Versuch. 58,2 kg derselben Erde mit 50,4 kg Trockensubstanz, die von

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. XI. 1888. S. 84.

Nitraten durch Auslaugen mit kaltem Wasser befreit worden war, wurde in einen gleichen Topf gegeben wie im ersten Versuch. Zu Anfang des Versuchs enthielt diese Erde 7,8 kg Wasser, zu Ende desselben 8,4 kg. Die Erde bekam 51,7 L Regen mit 0,074 gr Gesammtstickstoff, außerdem 0,048 gr Ammoniakstickstoff aus der Luft.

Die Menge des Drainwassers betrug 19,36 L mit 0,198 gr Salpeterstickstoff. Dennoch ist durch das Drainwasser beträchtlich mehr Stickstoff fortgeführt als durch Regen und Luft dem Boden geliefert wurde. Dieses Mehr an Salpeterstickstoff ist nur der Nitrifikation zuzuschreiben. Die Erde hatte überhaupt 28,13 gr Stickstoff gebunden. Dieselbe enthielt zu Ende des Versuchs 0,327 gr Salpeterstickstoff; unter Hinzurechnung des durch die Drainwässer fortgeführten hatten sich im Ganzen 0,525 gr gebildet. Die beiden folgenden Versuche wurden unter Mithilfe der Vegetation ausgeführt.

3. Versuch. 55 kg Erde mit 50 kg Trockensubstanz und 0,373 gr Salpeterstickstoff zu Anfang und 0,037 gr zu Ende des Versuchs. 20 Amarantuspflänzlinge wurden am 24. Mai in die Erde des Topfes (von 1661 qcm Oberfläche) gesetzt und nach und nach entsprechend ihrer Entwickelung bis zum 9. Oktober, wo der letzte Pflänzling 123 gr wog, ausgenommen. Die Erde hatte 56,5 L Regenwasser bekommen mit 0,080 gr Gesammtstickstoff, außerdem im Maximum noch 0,053 gr Ammoniakstickstoff aus der Luft.

Die Drainwässer beliefen sich auf 14,57 L mit 0,403 gr Salpeterstickstoff. Demnach enthielten dieselben dreimal mehr, als der Atmosphäre möglicherweise entstammen konnte. Wenn man diese Resultate mit denen des ersten Versuchs vergleicht, dann sieht man, wie sehr die Gegenwart der Vegetation den Verlust an Stickstoff durch die Drainwässer herabgesetzt hat. Durch diese Erde hatte eine Bindung von 4,63 gr Stickstoff stattgefunden, also auch weniger wie durch die Erde des ersten Versuchs.

4. Versuch. In diesem Versuch gedieh die Vegetation auf einer Erde, die gleich anfangs ihrer Nitrate durch kaltes Auslaugen beraubt war. Das Gewicht der Erde betrug 57,5 kg mit 52,2 kg Trockenerde. Zu Ende des Versuchs enthielt dieselbe 0,033 gr Salpeterstickstoff. Die Oberfläche des Topfes betrug 1589 qcm und war mit 20 Amarantuspflanzen bestanden. Sie bekam 54 L Regenwasser mit 0,075 gr Gesammtstickstoff, außerdem im Maximum noch 0,051 gr Ammoniakstickstoff aus der Luft.

Andererseits war die Menge der Drainwässer 15,13 L mit 0,171 gr Salpeterstickstoff. Dieselben hatten also dem Boden an Stickstoff fortgeführt dreimal mehr als der Regen und anderthalbmal mehr als die Atmosphäre ihm zuführen konnte. In diesem Falle hatte die Vegetation die Erde von Nitraten beraubt, ohne sie in den Pflanzen anzuhäufen, sie hatte außerdem einen Theil desjenigen Stickstoffs verbraucht, der von der Erde gebunden worden war. Von derselben waren nur 7,51 gr Stickstoff anstatt 23,18 gr ohne Vegetation im Parallelversuche gebunden worden.

5. Versuch. Derselbe wurde geradeso wie der vorhergehende mit einem Topf von 1451 qcm Oberfläche ausgeführt. Die Erde war also durch kaltes Auswaschen von Nitraten befreit. Das Gewicht derselben betrug 54,5 kg mit 49,5 kg Trockenerde. Zu Ende des Versuchs enthielt dieselbe 7,6 kg Wasser und 0,035 gr

Salpeterstickstoff. In dieser Erde hatte man wie im vorhergehenden Versuche Amarantuspflanzen sich entwickeln lassen. Die Menge des Regenwassers betrug 49 L mit 0,068 gr Gesammtstickstoff, wozu noch 0,046 gr Ammoniakstickstoff aus der Luft kommen.

Die Drainwässer beliefen sich auf 17,07 L mit 0,164 gr Salpeterstickstoff. Die Vegetation äußerte hier bezüglich der Nitrate und des von der Erde gebundenen Stickstoffs denselben Einfluß wie in Versuch 4; der Gewinn an letzterem betrug 7,17 gr.

Nach den vorhergehenden Zahlen enthielten die Regenwässer vom Mai bis November durchschnittlich im Liter 0,93 mgr Ammoniakstickstoff, 0,24 mgr Salpeterstickstoff und ungefähr 0,24 mgr organischen Stickstoff; im Ganzen also 1,41 mgr Stickstoff. Die Drainwässer enthielten fast allen Stickstoff in Form von Nitraten. 1 Liter derselben enthielt:

Versuch	1.	2.	3.	4.	5.
mgr:	45,6	10,2	27,6	11,3	9,6
	ohne Vegetation.		mit Vegetation.		

Diese Resultate bestätigen den großen Reichthum der Drainwässer an Nitraten, wie auch andere Forscher gefunden haben[1]).

In einer folgenden Versuchsreihe wurden Gewinn und Verlust an Stickstoff nach jedem Regen bestimmt.

6. Versuch Der Topf war von glasirtem Porzellan mit einer Oberfläche von 1550 qcm. Er enthielt 55 kg Erde mit 45 kg Trockensubstanz. Die nachfolgenden Resultate sind auf eine Oberfläche von 1 qm berechnet. Sämmtliche Analysen wurden 48 Stunden nach dem Regen ausgeführt.

	Regenwasser.			Drainwasser.	
	Menge.	Ammoniakstickstoff.	Salpeterstickstoff.	Menge.	Salpeterstickstoff.
	Liter	gr	gr	Liter	gr
3. Juni	31,87	0,0340	0,0070	9,36	0,229
26. „	21,96	0,0050	0,0076	3,61	0,303
22. Juli	49,58	0,0298	0,0098	12,91	0,840
31. „	33,29	0,0133	0,0089	12,91	0,970
19. August	47,96	0,0326	0,0070	26,77	2,018
15. September	27,48	0,0098	0,0063	6,45	0,418
7. Oktober	20,54	0,0186	0,0088	11,10	0,462
	232,68	0,1431	0,0554	83,11	5,240
		0,1985			
Mittel pro Liter:	—	0,62 mgr	0,24 mgr.		

Der Gehalt an organischem Stickstoff kann demjenigen an Salpeterstickstoff gleichgeschätzt werden, wonach ein Liter Regenwasser 1,10 mgr Gesammtstickstoff enthielt. Ein Liter Drainwasser enthielt in diesem Falle 0,063 gr Salpeterstickstoff. In einem parallelen Versuch fand man 0,058 gr Salpeterstickstoff.

---

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. IX. 1886. S. 324 und Bd. XI. 1888. S. 78.

Aus den vorhergehenden Versuchen folgt, daß die Drainwässer dem Boden 24- bis 36mal mehr Stickstoff entziehen, als diesem durch Regen zugeführt wird.

J. M. van Bemmelen. **Sur la nature des colloïdes et leur teneur en eau.** Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas. Leide. 1888. T. VII, Nr. 2. p. 37.

Th. Schlösing. **Ueber die Beziehungen des atmosphärischen Stickstoffs zur Ackererde.** Comptes rendus. 1888. T. CVI. p. 805. 898. 982.

M. P. E. Berthelot. **Ueber die Umwandlung der Nitrate im Boden.** Comptes rendus. 1888. T. CVI. p. 638.

C. Ochsenius. **Die Bildung des Natronsalpeters aus Mutterlaugensalzen.** Stuttgart 1887. Schweizerbart'sche Verlagshandlung.

E. Ramann. **Moor und Torf, ihre Entstehung und Kultur.** Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. 1888. 3. Heft.



II. Physik der Pflanze.

Untersuchungen zu den physiologischen Grundlagen der Pflanzenkultur.

(Erste Abhandlung.)

Das Wurzelsystem der Runkelrüben und dessen Beziehungen zur Rübenkultur.

Mit 9 Tafeln.

Von Professor Dr **C. Kraus** in Weihenstephan.

Es wurde bereits von verschiedenen Autoren unternommen, die Bewurzelung der Runkel- und speziell der Zuckerrüben namentlich mit Rücksicht auf die zumeist beanspruchte Tiefe des Bodens zu erforschen. So von *Schumacher*[1]), *Hosaeus*[2]), *Thiel*[3]), *H. de Vries*[4]). Der Letztere lieferte eine übersichtliche Bearbeitung und Zusammenstellung des vorwürfigen Materials, durch eigene Untersuchungen bereichert. Außerdem finden sich noch verschiedenen Orts hierher bezügliche Notizen zerstreut[5]), im Ganzen aber giebt die Litteratur in der Richtung, in welcher sich die vorliegende Untersuchung bewegt, mehr die Beschreibung einzelner Vorkommnisse, während eine umfassendere Bearbeitung nicht geboten ist, namentlich eine Vergleichung verschiedener Varietäten und der Beziehungen ihrer Eigenthümlichkeiten zur Kultur, dann ihrer Abänderung nach den äußeren Verhältnissen nicht vorliegt. Eine Untersuchung des sog. «Herauswachsens» der Rüben scheint noch von keiner Seite vorgenommen worden zu sein.

[1]) Jahresbericht der Agrikulturchemie. 1867. p. 83.

[2]) Ibid. 1870—72. p. 67.

[3]) Ibid. p. 68. Ferner die photographischen Abbildungen in den Wandtafeln IV.

[4]) Beiträge zur speziellen Physiologie der landw. Kulturgewächse VII. Wachsthumsgeschichte der Zuckerrübe. Landw. Jahrbücher. Bd. VIII. 1879. p. 417.

[5]) Solche sind z. B. in *Briem*'s Referaten des Wichtigsten über die Zuckerrüben und deren Kultur (Rübenzuckerindustrie für die österr.-ungar. Monarchie) erwähnt, aber mir im Original unzugänglich geblieben.

Ich beschloß daher, diese Untersuchungen in möglichster Ausdehnung durchzuführen, um das Typische in den verschiedenen Vorkommnissen festzustellen. Anstatt, wie es bisher geschah, einzelne Pflanzen naturgetreu abzubilden, habe ich es für übersichtlicher gehalten, nach den Vorkommnissen an vielen hunderten auf ihr Bewurzelungssystem untersuchten Rüben einer Anzahl von Varietäten und bei verschiedener Kulturweise das Charakteristische herauszusuchen und schematisch vereinfacht nach den Hauptmomenten aufzuzeichnen. Auf diesem Wege konnten die einzelnen Typen klar gekennzeichnet werden, wozu noch der Vortheil kam, daß die beträchtlichen Kosten, die mit anderweitigen bildlichen Darstellungen verbunden gewesen wären, vermieden blieben. Um die Uebertragung der schematischen Zeichnungen auf das natürliche Bild zu erleichtern, sei auf die bekannten photographischen Bilder der *Thiel*'schen Tafeln verwiesen.

Die Untersuchungen wurden auf dem Versuchsfelde der landwirthschaftlichen Schule zu Triesdorf im Sommer 1887 ausgeführt.

Der Anbau geschah:

1. **In verschieden tief gelockertem Boden.** Der Versuchsfeldboden war lehmiger Sand von etwa 1 m Mächtigkeit. Die Rüben wuchsen:

a) In 10 Holzkästen von je 1 cbm Raum. Dieselben waren halb in die Erde versenkt, aber so, daß auf der Ostseite ein schmaler Graben ausgehoben war, so daß auf dieser Seite die Kästen bis zum Boden freilagen. Auf den übrigen Seiten war Erde angeworfen, um das Austrocknen zu verhindern. Sie wurden mit gewöhnlicher Versuchsfelderde gefüllt. Schließlich wurde die eine Kastenwand abgenommen und die Erde ausgeschwemmt.

Nebenher wurde auch eine eben so tiefe und weite Grube ausgehoben und mit Sand gefüllt.

b) In zahlreichen Holzkästen von 12—50 cm Tiefe, mit Erde gefüllt,

c) In dem gewöhnlichen Versuchsfeldboden, der im Frühjahre durch Spatenarbeit auf 25 cm Tiefe gelockert worden war.

d) In demselben Boden, aber an einer Stelle, wo die Erde auf eine Tiefe von 12—15 cm abgehoben, dann der Untergrund fest zusammengestampft wurde, worauf die lockere Erde wieder darüber gebreitet wurde.

e) In zahlreichen verschieden tiefen Blumentöpfen. Die größeren hatten eine Tiefe von 14 cm, theilweise waren 2 bis 3 übereinander-

gestellt, die oberen mit ausgeschlagenem Boden, wodurch eine lange weite Röhre erzielt wurde. Diese Töpfe wurden in Erde versenkt.

2. **Bei verschiedener Kulturweise.**

a) In den verschiedenen sub 1 angegebenen Situationen wurden die Pflanzen theils aus Samen erzogen, theils aus Setzlingen.

b) Eben und auf Kämme gebaut, gehäufelt und nicht gehäufelt.

3. **Bei verschiedenen Varietäten.**

Als Repräsentanten der verschiedenen Formen wurden vor Allem in Untersuchung genommen:

die Kleinwanzlebener Zuckerrübe,
die lange, rothe, aus der Erde wachsende Futterrübe,
die runde, gelbe Leutewitzer Futterrunkel.

Um zahlreiches Material zur Verfolgung der Entwickelung des Wurzelvermögens in den einzelnen Stadien zu haben und jedesmal durch Untersuchung zahlreicher Individuen einen Ueberblick über den Durchschnittscharakter zu bekommen, wurden mit den genannten 3 Varietäten, abgesehen von den Kulturen in Kästen u. s. w., wohl 12 Ar bebaut.

Außer diesen 3 Varietäten wurden zum Vergleich noch folgende 9 angebaut:

Mammoth Long Red,
Lange, rothe Kuhhorn,
Lange, rothe, halb aus der Erde wachsende,
Erfurter Pfahlrübe,
Eckendorfer Walzenrübe,
Gelbe, dicke Klumpers,
Champion Yellow Globe,
Oberndorfer runde, gelbe,
Schlesische Zuckerrübe.

Ferner standen zur Verfügung, resp. wurden bei der Untersuchung angezogen die mit rother und gelber Oberndorfer Pflanzrunkel bebauten, tief beackerten Felder des Staatsgutes, sowie die Saatbeete des Staatsgutes, welche auf vorzüglichem, humusreichem Gartenboden angelegt waren.

Vom Aufgehen ab wurden anfangs in kürzeren Zwischenräumen, später wenigstens von Woche zu Woche möglichst tiefe Ausgrabungen gemacht, unter Aushebung von Gräben und Abschwemmen mit Wasser. Bei den Kästen brauchte bloß eine Wand abgenommen zu werden, die Blumentöpfe wurden einfach zerschlagen.

Auf Grund dieser unter sehr mannigfachen Verhältnissen gemachten zahlreichen Beobachtungen kann die folgende Darstellung des Wurzelsystems gegeben werden. Dabei habe ich mich darauf beschränkt, in den Auseinandersetzungen nur so weit zu gehen, als der Tendenz dieser Abhandlung entspricht, nämlich ein eingehendes Verständniß der Vornahmen der praktischen Rübenkultur herbeizuführen. Mehrfache, rein physiologisch interessante Wahrnehmungen wurden deshalb bei Seite gelassen.

I. Physiologischer Theil.

A. Das Wurzelsystem der Kleinwanzlebener Zuckerrübe.

a. Die typische Gestaltung des Wurzelvermögens bei Samenpflanzen.

1. *Die Jugendzustände.*

Taf. IX, Fig. 1 bis 4.

Die ersten Schritte der Entwickelung bieten nichts Besonderes. Die Pfahlwurzel verlängert sich sehr ausgiebig und bedeckt sich mit einer reichlichen Menge von Wurzelhaaren, dann brechen aus ihr in zwei Reihen von oben nach unten fortschreitend Seitenwürzelchen zunächst in verhältnißmäßig geringer Zahl hervor. Mit dem Erstarken der Blattkrone und dem gesteigerten Zufluß von Assimilaten beginnen Hypokotyl und Pfahlwurzel dicker zu werden, während die primäre Rinde zerreißt und abgestoßen wird. Da gleichzeitig oder vor oder erst nach dem Aufreißen der primären Rinde aus dem Hypokotyl in Fortsetzung der beiden vorhandenen Wurzelzeilen Würzelchen hervorbrechen[1]), geht der anfänglich leicht erkennbare äußere Unterschied zwischen Hypokotyl und Pfahlwurzel verloren. Trotz verschieden tiefer Lage der Samen kann deshalb die Bewurzelung gleichwohl gleichweit gegen die Erdoberfläche aufwärts rücken. Wie aber aus dem Hypokotyl Wurzeln in immer größerer Zahl entstehen, so schalten sich auch nach abwärts zu fortschreitend zwischen die anfänglich an der Pfahlwurzel erschienenen Seitenwurzeln immer neue Generationen solcher ein.

Diese Jugendvorgänge verlaufen je nach Boden und Witterung verschieden rasch und mit verschiedenen Modifikationen. Am raschesten und

[1]) Die Behauptung von *de Vries*, aus dem hypokotylen Gliede entstünden keine Wurzeln, ist unrichtig.



regelmäßigsten wickeln sie sich ab auf recht mürbem, humusreichem, tief gelockertem Boden und bei nicht zu dichtem Stande der Pflanzen. Schon 4 bis 5 Wochen nach der Saat kann die Pfahlwurzel in Tiefen von 25 bis 30 cm vorgedrungen sein, bis gegen die Spitze mit Verzweigungen in reicher Zahl besetzt, allerdings auf etwa 15 cm Tiefe reichlicher als in der nächst tieferen Region. War schon auf dem gewöhnlichen, nur 25 cm tief gelockerten Versuchsfeldboden so kurze Zeit nach der Saat die angegebene Tiefe von den Auszweigungen der Pfahlwurzel durchzogen, so erstreckte sich die Bewurzelung in den metertiefen Kästen noch beträchtlicher weiter abwärts (Tafel I, Fig. 1), und im Gegensatz hierzu war sie da, wo der Boden fester und weniger tief gegraben war, schwächer, indem die Zahl der Seitenwurzeln nach unten rasch sich verminderte.

2. *Die späteren Zustände.*
Tafel I u. II.

Schon in verhältnißmäßig jugendlichem Zustande (Tafel I, Fig. 1; Tafel II, Fig. 1b, 2b, 3b) heben sich drei Regionen der Pfahlwurzel mehr oder weniger scharf von einander ab:

1. Zu oberst eine Region feiner, dichtgedrängter Wurzeln. Stärkere Wurzeln erscheinen hier seltener oder gar nicht (Region I). Diese Region hat die größte Zahl von Wurzeln.

2. Anschließend eine Region (Region II), in der die feinen Wurzeln an Zahl vermindert sind, während dafür stärkere Wurzeln in beschränkter Zahl auftreten.

3. Ueber diese Region hinaus setzt sich die Pfahlwurzel fort, entwickelt aber nur spärlich feine Wurzeln, bisweilen dazwischen etliche stärkere (Region III).

Zuletzt verliert die Pfahlwurzel meist das Uebergewicht, sie geht in stärkere Aeste auseinander oder endet in einen reich verästelten Wurzelbüschel.[1])

Die Nachgrabungen ergaben, daß Region I die lockere Krume ein-

[1]) Man hätte sich als unteres Ende eine Verästelung zu denken ähnlich wie Tafel VIII, Fig. 1. — Die Pfahlwurzeln konnten meist nur mit Region III erhalten werden. Denn in den Versuchskästen breitete sich das Ende auf dem Kastenboden wie auf dem Boden eines Blumentopfes aus, was den Endbüschel nicht entstehen ließ (d. h. die Pfahlwurzel blieb andauernd überwiegend) oder ihn nicht ordentlich freizulegen gestattete. In der gewöhnlichen Versuchsfelderde war es bei deren Festigkeit ohnehin nicht möglich, die Pfahlwurzel vollständig freizulegen.

nimmt, Region II die tiefere Erdschichte, wo der Boden schon fester wird, während Region III die Fortsetzung der Pfahlwurzel in den eigentlichen Untergrund ausmacht.

Diese Gestaltung des Wurzelsystems steht hinsichtlich der Beschaffenheit und Vertheilung der Auszweigungen der Pfahlwurzel in nächster Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Bodens. Region I erstreckt sich um so weiter abwärts, je tiefer der Boden gelockert ist. (Vergl. die Abbildungen der Tafel I, Pflanzen aus den metertiefen Erdkästen, mit Tafel II, Pflanzen von dem gewöhnlichen, nur 25 cm tief umgegrabenen Versuchsfeldboden.) In den Kästen reichte Region I vielfach 30—40 cm abwärts, auf dem gewöhnlichen Versuchsfeldboden nur 12—14 cm, ausnahmsweise mehr, nicht selten weniger, z. B. Tafel II, Fig. 3a und 3b nur 8 cm.

Auch Region II hat verschiedene Ausdehnung. Manchmal beschränkte sie sich auf wenige Centimeter des bereits härteren Bodens (z. B. Tafel II, Fig. 1b, 4), manchmal erscheinen stärkere Wurzeln vereinzelt auch weiter abwärts. Bei guten Bodenverhältnissen kann es auch vorkommen, daß sich Region II von Region I wenig abhebt, wenn nämlich die Erstarkung einzelner Wurzeln der Region II weniger bemerklich wird.

Auch die Länge und Stärke der Bewurzelung der Region III ist abweichend. Besonders lang wird sie natürlich auf recht tiefem Boden, z. B. in den metertiefen Kästen, wo die Spitze meist den Kastenboden erreichte und auf demselben wie bei in Blumentöpfen wachsenden Pflanzen fortlief. Aus der Abhängigkeit der Reichlichkeit der Bewurzelung von der Bodenlockerung erklärt sich auch, daß Region III in Blumentopfkulturen oft sehr viele feine Auszweigungen treibt. Ja, man findet unter solchen Bedingungen öfter Pfahlwurzeln von 1 m und darüber Länge, welche der ganzen Länge nach nur mit feinen Fasern reichlich besetzt sind.

Der gesammte Wurzeltiefgang wurde sonach auf mindestens 1 m Tiefe verfolgt. Daß derselbe noch tiefer gehen kann, geht aus den Beobachtungen anderer Autoren hervor. *Orth* nimmt als mittlere Länge der Rübenwurzel 1,30 m an[1]); es wurden aber schon Drainröhren 3 m tief

---

[1]) Nach gütiger brieflicher Mittheilung erreichte bei einem Exemplar der Kleinwanzlebener Zuckerrübe, ausgesät in Sandboden am 1. Mai 1883, ausgegraben am 6. August, Alter 97 Tage, der unterirdische Zuwachs eine Länge von 130 cm, pro Tag Vegetationsperiode 1,34 cm.

unter der Bodenoberfläche durch Zuckerrübenwurzeln verstopft. *A. Girard*[1]) kultivirte Rüben in großen Behältern von 2 m Höhe und 6 m Breite, mit Mauern von 0,80 m Dicke, gefüllt mit guter Komposterde. Die Länge der Pfahlwurzel betrug bei diesen jedenfalls sehr günstigen Verhältnissen

am	8. Juni	19. Juni	2. Juli	15. Juli	26. Juli	10. August	24. August
m	0,65	1,0	1,30	1,45	1,80	1,90	2,10

	5. September	18. September	1. Oktober
m	2,30	2,30	2,50.

Diese beträchtliche Tiefe des Eindringens der energisch wachsenden Pfahlwurzel der Rüben ist nicht mehr auffällig, nachdem wir wissen, daß auch sogenannte flachwurzelige Gewächse einzelne Wurzeln außerordentlich tief in den Boden treiben können.

Die größte Zahl der Wurzeln (Region I u. II zusammen), d. h. die Strecke, in der sie am dichtesten stehen, kann für den gewöhnlichen Versuchsfeldboden bis zu einer Tiefe von im Durchschnitt 25 cm (20 bis 25—30 cm) angesetzt werden. *Thiel* fand als Region der Verbreitung der meisten Wurzeln ungefähr dieselbe Erdtiefe. Indessen machen auch die Wurzeln der Region III, wenn sie auch in geringerer Zahl auftreten, bei der oft beträchtlichen Länge dieser Region eine erkleckliche Summe aus[2]). In den Erdkästen war die Bewurzelung noch auf größere Tiefen reichlich (Tafel I, Fig. 2). Nachdem die Gestaltung des Wurzelvermögens so sehr von der Bodenlockerung abhängt, haben spezielle Angaben über Wurzeltiefgang und Wurzelverbreitung wenig Bedeutung, und es läßt sich allgemein nur das sagen: die Zahl der Wurzeln nimmt von oben nach unten ab; je tiefer der Boden gelockert ist, um so weiter abwärts erstrecken sich Region I u. II, um so größer wird die Zahl der feinen Wurzeln auch an Region II und um so reichlicher die Verzweigung aus Region III. Die Einschränkungen ergeben sich im einzelnen Falle aus der Beschaffenheit und Bearbeitung des Bodens.

Wie sich aber mit der Tiefe der Bodenlockerung das Wurzelsystem vermehrt und vertieft, so nimmt gleichzeitig die Sicherheit zu, daß eine schöne, weit nach abwärts nur mit schwachen Wurzeln besetzte Rübenform zur Ausbildung gelangt. Denn je höher die Region II aufwärts

---

[1]) Zentralblatt für Agrikulturchem. 1886. p. 683.

[2]) Durch Verlust des gesammelten Materials bei mehrfachem Umzuge wurde es mir unmöglich, die beabsichtigten Zählungen vorzunehmen.



greift, je näher also der Blattkrone stärkere Seitenwurzeln vorhanden sind, um so näher liegt die Möglichkeit, daß diese analog der Pfahlwurzel selbst rübenförmig dick werden, während diese Gefahr um so weniger droht, je größer die Ausdehnung der nur mit feinen Wurzeln besetzten Region I ist. Die gedachte Ausbildung des Wurzelsystems steht also auch in nächster Beziehung zur schließlich erreichten, für die Verwerthung der Rübe nothwendigen Form, und zur Menge des Abfalls bei der Vorbereitung zur Verarbeitung in der Fabrik.

Wichtig ist, daß sich die Bildung neuer Generationen feinerer Wurzeln aus dem Rübenkörper die ganze Vegetationszeit hindurch fortsetzt, so daß man noch im August und September beim Herausziehen der Rüben Erdklümpchen festgehalten findet (Tafel IX, Fig. 5). Bis in welche Tiefe des Bodens solche Neubildungen während der Vegetationszeit zu beobachten sind, hängt ebenfalls wieder von der Tiefe der Bodenlockerung ab, indem sie, wie die Wurzelzahl überhaupt, nach unten zu abnehmen; bei guten Verhältnissen wurden sie sicher bis zu Tiefen von mehr als 30 cm konstatirt.

b. Abnorme Gestaltungen des Wurzelvermögens bei Samenpflanzen und Uebergangsformen.

Tafel III, Fig. 1 bis 7; Tafel IV, Fig. 1 bis 5.

Die Kleinwanzlebener Rübe verhält sich hinsichtlich der Beziehungen zwischen Haupt- und Seitenwurzeln wie ein Baum mit racemöser Kronenbildung hinsichtlich der relativen Entwickelung der Haupt- und Seitenachsen: die Hemmungen der Hauptachse haben zur Folge, daß die Seitenachsen erstarken, der Hauptachse gleichkommen oder sie übertreffen, wobei sie sich gleichzeitig in die Richtung der Hauptachse zu stellen trachten. Geht die letztere ganz verloren, so erreicht die Förderung der Seitenachsen den höchsten Grad, es kann aber die normale Form der Krone sich wieder herstellen, wenn eine einzelne Seitenachse das Uebergewicht erhält, während andernfalls mehr oder weniger weit gehende Abnormitäten zum Vorschein kommen.

Der Vergleich der Abbildungen auf Tafel II und III (Fig. 1 bis 6) lehrt, daß die Beeinträchtigung des freien Wachsthums der Pfahlwurzel abwärts in die Tiefe bei den Seitenwurzeln mit Bezug auf Stärke und

Wachsthumsrichtung alle Grade des Uebergangs von dem typischen Wachsthum bis zur völligen Verdrängung der Hauptwurzel aus ihrer prädominirenden Stellung zur Folge hat.

In Fig. 1 ist die Pfahlwurzel durch den Widerstand des härteren Untergrundes seitlich abgelenkt, was eine Erstarkung der stärkeren Wurzeln der Region II hervorruft. In Fig. 2 gabelt sich die Pfahlwurzel in einer Tiefe von 18, in Fig. 6 von 12 cm. In Fig. 3 und 4 geschieht die Zerspaltung bereits in 8 und 9 cm Tiefe. Die Gefahr der Vergabelung ist am nächsten liegend in der Bodenschichte, wo Region II anhebt, d. h. da, wo der Boden fester zu werden beginnt. Seichter Boden bewirkt also nicht allein, daß die Region II weiter aufwärts reicht, sondern auch daß die Pfahlwurzel viel leichter in Vergabelung übergeht.

Besonders auffällig zeigte sich der Zusammenhang zwischen der abnormen Ausbildung des Wurzelsystems und der Tiefe des lockeren Bodens bei denjenigen Pflanzen, welche auf dem nur etwa 12 cm tief lockeren Boden bei fest zusammengeschlagenem Untergrunde kultivirt waren (Tafel IV, Fig. 2 bis 5). Dieselben hatten meist eine ganz abnorme Form, mehrfach gelang es der Pfahlwurzel trotz der enormen Härte des Untergrundes in diesen einzudringen. Aber das Entstehen starker Wurzeläste hoch oben am Rübenkörper lehrt, daß nicht einmal eine Ablenkung oder Beseitigung der Pfahlwurzel zur unerwünscht starken Wurzelbildung aus dem Rübenkörper erforderlich ist, daß es vielmehr schon genügt, wenn die Pfahlwurzel beim Fortwachsen im Boden wesentliche Widerstände vorfindet. Man kann sich ja wohl denken, daß die von oben her zugeführten Assimilate bei Verlangsamung des Pfahlwurzelwachsthums durch die mechanischen Hindernisse zu um so größerem Betrage zur Erstarkung der oberen Seitenwurzeln disponibel werden.

Interessant ist Tafel IV, Fig. 1. Diese Pflanze war in einem flachen, nur 12 cm tiefen Kasten von großer Bodenfläche gewachsen. Dieser ganz seichte Raum genügte, um die Entstehung einer völlig normalen, nur gekrümmten Rübe zu gestatten. Die Pfahlwurzel war am Kastenboden vollständig beiseite gelenkt und genöthigt, horizontal am Kastenboden weiter zu wachsen. Sie vermochte so ihrem Längenwachsthumsstreben ungestört zu folgen, blieb deshalb ganz normal, ohne Vergabelung und ohne Ausbildung stärkerer Wurzeln am Rübenkörper. Es kommt offenbar nicht

darauf an, daß die Pfahlwurzel gerade in die Tiefe zu wachsen Gelegenheit hat, wenn sie nur überhaupt ihrem Bestreben nach andauernder Verlängerung folgen kann.

Da die Seitenwurzeln um so eher rübig anschwellen, je höher an der Pfahlwurzel sie auftreten und in je geringerer Entfernung von der Blattkrone die Vergabelung der Pfahlwurzel eintritt, so ist bei seichtgründigem Boden die Aussicht, normal geformte Rüben zu ernten, gering, anstatt daß ein einheitlicher kompakter Rübenkörper mit dünnen Auszweigungen entsteht, werden je nachdem die verschiedensten Abnormitäten zum Vorschein kommen. Im Allgemeinen genügte nach den Beobachtungen auf dem Versuchsfelde, wie nach den Ergebnissen der Kulturen in verschieden tiefen Kästen und Blumentöpfen bei der Kleinwanzlebener Rübe eine Krume von 20—25 cm, um die Ausbildung normaler Rüben zu gestatten. Denn wenn in solcher Tiefe die Pfahlwurzel das Uebergewicht verlor, so trat eine schädliche Verdickung der Wurzelzweige am unteren Ende weniger leicht ein und die Hemmung der Pfahlwurzel konnte nicht mehr ausgiebig genug wirken, um in den oberen Theilen des Rübenkörpers starke Seitenäste entstehen zu machen. Ob übrigens die oberen Seitenwurzeln unangenehm dick werden, hängt auch davon ab, ob die betreffende Pflanze überhaupt eine recht große, dicke Rübe entwickelt. Bei allen in Tafel III aufgezeichneten Störungen des normalen Wachsthums machen sich die Abnormitäten mit Zunahme des Dickenwachsthums der Rüben in der Erstarkung der oberen Wurzeln oder der Vergabelungen der Pfahlwurzel erst recht auffällig bemerkbar, und auf der anderen Seite wird bei Rüben, welche überhaupt schwächer bleiben, weniger Gelegenheit sein, daß sich diese Abnormitäten vollkommen ausbilden, indem weniger organische Substanz zur rübigen Verdickung der Seitenwurzeln zur Verfügung steht.

Der Tiefgang der Wurzeln scheint gegenüber dem typischen Wachsthum dadurch nicht beeinträchtigt zu werden, daß statt der einen Pfahlwurzel mehrere Wurzeläste sich in den Untergrund einbohren. Man betrachte z. B. Tafel III, Fig. 3, welche, so weit ausgegraben wurde (26 cm), zahlreiche Wurzeln hat. Auch in den metertiefen Kästen ließ sich kein Unterschied im Tiefgang nachweisen. Ob aber bei härterem Untergrunde das Eindringen geringer ist, blieb zweifelhaft.

Die Ursache abnormer Rübenformen (Beschädigungen beim Verziehen u. dergl.) können auch schon bei jungen Pflanzen gewirkt, d. h. die Er-



starkung von Seitenwurzeln hoch oben an der Pfahlwurzel hervorgerufen haben (Tafel III, Fig. 7).

c. Die Gestaltung des Wurzelvermögens bei Setzpflanzen.

Tafel III, Fig. 8 bis 15.

Bisweilen stellt sich an dem Setzling die normale Rübenform wieder her, wenn nur eine kräftige Ersatzwurzel am unteren Ende des Pfahlwurzelstückes entsteht (Fig. 8). Mehrfach aber brechen in der Nähe des unteren Endes mehrere beträchtlich erstarkende Wurzeln hervor, von welchen allerdings eine zur direkten Fortsetzung des Pfahlwurzelstückes werden kann (Fig. 9, 10, 11). In der Mehrzahl der Fälle (Fig. 12, 13, 14) entsteht aber ein richtig vergabelter Rübenkörper, noch dazu meist höher aufwärts mit zahlreichen, kräftigen Seitenwurzeln aus den Flanken des Pfahlwurzelrests (Fig. 12, 14). Werden die Setzlinge mit krummer Wurzel gepflanzt, so ist es der Pflanze noch mehr erschwert, die normale Form wieder herzustellen (Fig. 15).

Der Vergleich mit den Figuren 1 bis 7 der gleichen Tafel zeigt, daß die bei der Pflanzung entstehenden abnormen Formen mit denjenigen übereinstimmen, welche an Samenpflanzen durch anderweitige Störungen des Pfahlwurzelwachsthums auftreten. Daß das Wurzelsystem der verpflanzten Rüben, wie *de Vries* behauptet, in jeder Hinsicht kleiner und schwächer sei als das der Samenpflanzen, trifft in keiner Weise zu, auch konnte nicht erkannt werden, daß die Ersatzwurzeln weniger tief in den Boden dringen, jedenfalls greifen sie ebenso weit in den Boden, als die Schichte ausmacht, in der sich Region I und II der Samenpflanzen verbreiten. Es wird übrigens auf diese Fragen im II. Theil dieser Abhandlung zurückzukommen sein.

Bemerkenswerth ist, daß die Benachtheiligung der Rübenform durch das Verpflanzen um so größer ist, je mehr das Eindringen der Wurzeln in die Tiefe erschwert ist, während auf recht lockerem, tiefem Boden, am meisten bei Kultur im Sand, die normale Form, mit geringer Seitenwurzelerstarkung und Vergabelung, noch am leichtesten wieder hergestellt werden kann.

B. Das Wurzelsystem der langen, rothen, aus der Erde wachsenden Futterrübe.

a. Die typische Gestaltung des Wurzelvermögens bei Samenpflanzen.

1. Die Jugendzustände.

Die anfängliche Entwickelung ist die nämliche wie bei der Kleinwanzlebener Zuckerrübe.

2. Die späteren Zustände.

Tafel V, Fig. 1 bis 14.

Hier heben sich die nämlichen 3 Regionen ab, wie bei der Kleinwanzlebener und mit denselben Modifikationen je nach der Bodenlockerung (Fig. 1, 2, 3). Sobald aber das Dickenwachsthum beträchtlicher wird, entstehen wesentliche Abweichungen gegenüber der Kleinwanzlebener dadurch, daß die Pfahlwurzel immer weiter über den Boden herauskommt. Dies Verhalten ist um so bemerkenswerther, da wir wissen, daß die Krone der „nicht herauswachsenden" Varietäten sogar durch Kontraktion der Wurzeln in den Boden hineingezogen wird [1]). Zum kleinsten Theil handelt es sich um ein wirkliches „Herauswachsen", nämlich soweit die Rübe epikotyl einen Zuwachs erfährt [2]), der Hauptsache nach ist es ein „Herausschieben" als Folge der Art und Weise, wie sich die Verdickung der Pfahlwurzel vollzieht. (Vergl. Tafel IX, Fig. 10.)

Die normale Rübenform, welcher die Pfahlwurzel zustrebt, ist im Allgemeinen ein Zylinder, nach abwärts mit kegelförmiger Verjüngung. Der Uebergang vom dicken zum dünnen Theil ist ein ziemlich plötzlicher und schreitet der Pfahlwurzel entlang nach abwärts zu rasch vor. An der Stelle des Uebergangs entsteht so durch den Widerstand des Bodens eine emportreibende Kraft, welche solange dauert als das Bestreben des Rübenkörpers, sich zylindrisch nach abwärts zu auszudehnen. Schon ganz

[1]) Vergl. *H. de Vries*, Landw. Jahrbücher 1880 (IX). Die lange, rothe Rübe verkürzt ihre Pfahlwurzel ebenfalls.

[2]) Ueber den Aufbau des Rübenkörpers vergl. meine Abhandlung, diese Zeitschrift Bd. IV, p. 37. Nur ist zu bemerken, daß unrichtiger Weise auf Grund der Angaben von *de Vries* gesagt wurde, die Nebenwurzelreihen gingen nicht auf das hypokotyle Glied über, ferner bezieht sich die dort gegebene Erklärung des „Herauswachsens" nur auf bestimmte Varietäten und bestimmte Verhältnisse, worüber weiter unten bei der Beschreibung der Leutewitzer.



dünne, kaum 1,5 cm dicke Rüben können sich weit herausgeschoben haben. Das Dickenwachsthum des zylindrischen Theils selbst treibt nur die Erde auseinander, während die emportreibende Kraft unten im festeren Boden zu Stande kommt, wo die Pfahlwurzel ihre Zylinderform nach abwärts zu herzustellen strebt.

Durch das Herausschieben des Rübenkörpers, der zufolge der geschilderten Wachsthumsweise eine beträchtliche Länge bei annähernd gleicher Dicke erhält, kommen die Wurzeln der Region I immer weiter über den Boden heraus, auch die stärkeren Wurzeln der Region II werden erst in der Längsrichtung des Rübenkörpers gezogen, gespannt und schließlich abgerissen. Man sieht oft solche kräftigere Seitenwurzeln von dem oberirdischen Theile des Rübenkörpers aus wie straff gespannte Schnüre in den Erdboden hinabreichen. Manchmal fixiren diese oberen Seitenwurzeln den oberen Theil des Rübenkörpers überhaupt derart im Boden, daß sich die Rübe nicht gerade herausschieben kann, sondern Krümmungen eintreten (z. B. Fig. 14, wo eine förmliche Schlinge entstand). Eine Krümmung kann auch dadurch eintreten, daß die Pfahlwurzel nicht senkrecht in den Boden eingedrungen war (Fig. 13). Durch das Herausschieben kann der größte Theil der Rübe über die Erde zu stehen kommen, z. B. bei Fig. 5: über der Erde befinden sich 27 cm des Rübenkörpers, davon 3,5 cm epikotyl, also Hypokotyl und Pfahlwurzel 23,5 cm; in der Erde stecken nur 18 cm, und hier ist die Pfahlwurzel schon kegelförmig verjüngt geblieben. Wenn man sich die Rübe (Fig. 4) noch weiter gehoben denkt, werden die stärkeren Wurzeln in die Nähe der Erdoberfläche gelangen, und wird ungefähr der Zustand (Fig. 5) herbeigeführt werden.

In Folge des Emporschiebens muß die Pfahlwurzel abreissen, außer wenn die Erde recht locker ist, oder z. B. bei Kulturen in Blumentöpfen, wo die Pfahlwurzel oft gekrümmt verläuft oder am Topfboden fortwächst und blos aufwärts gezogen zu werden braucht. Das Abreißen geschieht in verschiedener Tiefe, z. B. bei Fig. 9 schon in 13 cm Tiefe, vielfach aber wesentlich tiefer; je tiefer, um so länger kann natürlich die Rübe werden.

An der Pfahlwurzel entstehen nach dem Abreißen meist dieselben Erscheinungen, welche man wahrnimmt, wenn die Pfahlwurzel aus irgend welchen Gründen im Wachsthum gestört ist, oder welche man künstlich erhält, wenn man eine Rübe an der Blattkrone vorsichtig in die Höhe

zieht und so die Pfahlwurzel absprengt. Es entstehen am unteren Ende meist Ersatzwurzeln (Fig. 9, 10, 11) aus stärkeren Seitenwurzeln, welche später sich rübenförmig verdicken können (z. B. Fig. 5). Die durch das Abreißen hervorgerufenen stärkeren Seitenwurzeln können in die Region II mehr oder weniger übergreifen (z. B. Fig. 11), oder die stärkeren Wurzeln der Region II sind es selbst, welche noch mehr gekräftigt werden, je nach der Tiefe, in der das Abreißen geschah. Mehrfach sind aber diese beiderlei Wurzeln deutlich von einander zu unterscheiden (Fig. 7, 12, 14). In je größerer Tiefe übrigens das Abreißen geschieht, um so weniger vermag die Beschädigung der Pfahlwurzel zur Entstehung stärkerer Seitenwurzeln Veranlassung zu geben, so daß gerade bei recht langen Rüben vielfach stärkere Seitenwurzeln in geringster Zahl vorhanden sind.

Bei normalem Verlauf dieser Vorgänge entsteht eine zylindrische, langgestreckte, kegelförmig verjüngt auslaufende Rübe, welche am unteren Ende eine Anzahl kräftiger Seitenwurzeln trägt, im Uebrigen aber glatt und nur mit schwachen Wurzeln besetzt ist, durch das Emporschieben und Abreißen der oberen Seitenwurzeln wird verhindert, daß solche oben erstarken können, die Rübe reinigt sich so zu sagen von selbst von solchen Wurzeln in Folge ihrer andauernden Verschiebung im Boden. Die Wurzeln am unteren Ende bleiben erhalten, weil schließlich, wenn die Rübe eine gewisse Länge und Stärke erreicht hat, das Bestreben aufhört, die Pfahlwurzel unten ebenso dick zu machen wie oben, womit selbstverständlich die emporschiebende Kraft verschwindet.

Der Tiefgang der Wurzeln, die Zahl der Auszweigungen in den verschiedenen Bodenregionen, verhält sich vor Beginn des Herausschiebens ebenso wie bei der Kleinwanzlebener Zuckerrübe. Von der Erdoberfläche ab nimmt die Zahl der Wurzeln ab, um so rascher, je weniger die Bodenlockerung abwärts greift; Region I und II zusammen erstreckten sich auf dem gewöhnlichen Versuchsfeldboden ebenfalls etwa 25 cm, in den metertiefen Kästen wesentlich weiter abwärts. Die gleiche Tiefe wird aber anscheinend auch während des Herausschiebens und ebenso zum Schlusse, wenn die Rübe sich nicht mehr weiter hebt, von der größten Anzahl der Wurzeln eingenommen.

Daß es den Pflanzen möglich wird, vor Erreichung des schließlichen Ruhezustandes, während der andauernden, mit dem Abreißen von Wurzeln verbundenen Ortsveränderung, gleichwohl Nahrung und Wasser aus dem

Boden zu beziehen, läßt sich dadurch verstehen, daß immer nur ein Theil der Wurzeln auf einmal abreißt und auch meist nicht in kürzeren Stücken, weil dieselben verschieden lang und verschieden alt sind und vor dem Abreißen meist erst in die Längsrichtung der Rübe gezogen werden. Ferner werden auf lockerem Boden die Wurzeln bei ihrer Ortsveränderung vielfach von ihnen festgehaltene Erdschichten („Erdhöschen") mit sich nehmen. Wie man beim Herausziehen von Rüben aus der Erde (Vergl. Tafel IX, Fig. 5) diese mit einem Erdklumpen umhüllt bekommt, so wird auch die sich hebende Rübe durch ihre jungen Wurzeln festgehaltene Erde mit emporheben. Vielfach sieht man thatsächlich noch an den über die Erde hervorgetretenen Rübentheilen Erdklumpen hängen. Weiter wird das Herausschieben am ausgiebigsten sein bei Regenwetter, wo sich die Rübe am meisten verdickt, die Erde weich ist und die Verschiebung der Wurzeln noch am ersten gestattet. Bei lockerer Erde und Regenwetter lassen sich diese Rübenpflanzen am Schopf leicht emporziehen, und wenn man behutsam verfährt und nur wenig zieht, ist kaum ein Welken zu bemerken. Durch die zylindrische Verdickung der Rüben wird die Erde ringsum gelockert, so daß die Rüben im oberen Theil oft ganz locker im Boden sind; die emportreibende Kraft kann deshalb auch nicht oben wirken. Ferner haben die Rüben ein sehr großes Wurzelproduktionsvermögen, und es brechen während der ganzen Vegetationszeit aus allen Wurzeln bis in beträchtliche Bodentiefen neue Würzelchen hervor. Selbst viel schwerere Störungen des Wurzelvermögens als diese langsam und stetig wirkenden Eingriffe vermögen diese Pflanzen rasch zu überwinden. So befand sich z. B. in einem Blumentopf von 16 cm Höhe eine kräftig entwickelte Rübe dieser Varietät. Der Topf war in die Erde gegraben, die Pfahlwurzel durch das Loch in die Erde hinausgewachsen. Als der Topf am 8. Juli aufgenommen und die Pfahlwurzel am Abzugsloch abgerissen wurde, welkte die Pflanze trotz Begießen stark. Aber schon am 10. Juli waren die Pflanzen, allerdings bei trübem Wetter, wieder völlig frisch[1]).

[1]) Das beträchtliche Produktionsvermögen von Wurzeln erklärt es auch, warum die Zuckerrüben es auch vertragen, wenn beim Behacken die Werkzeuge in der Erde zwischen den Reihen tief eingreifen und der Rübe selbst ganz nahe kommen, hierdurch eine Masse Wurzeln der Region I zerstören. Nur müssen die Pflanzen bereits genügend kräftig, wohl auch genügend Feuchtigkeit im Boden vorhanden sein.



Bisweilen kommen Fälle vor, wo die Pfahlwurzel sich in geringer Tiefe verästelt, ohne daß aber diese Verästelungen rübenförmig sich verdicken. Alsdann wird das Pfahlwurzelstück dick, zylindrisch, das Herausschieben aber unterbleibt.

b. Abnorme Gestaltungen des Wurzelvermögens bei Samenpflanzen.

Tafel VI, Fig. 1 bis 10.

Störungen der Pfahlwurzel geben, wenn diese in zu geringer Tiefe eintreten, wie bei der Kleinwanzlebener Rübe, Veranlassung zu Vergabelungen des Rübenkörpers oder sonstigen Abnormitäten. Nur kommt bei dieser Varietät in Betracht, daß auch da, wo das Wachsthum der Pfahlwurzel auf erhebliche Tiefe normal war, durch das Abreißen derselben beim Herausschieben ebenfalls Abnormitäten herbeigeführt werden können, und daß wohl auch diese beiderlei Ursachen zusammenwirken. Sobald das Abreißen in geringer Tiefe geschieht, entstehen leicht Vergabelungen (Fig. 1 jüngerer, Fig. 2 älterer Zustand, ebenso bei Fig. 3, 6 u. s. w.), Wenn das Wachsthum der Pfahlwurzel von Anfang an normal war, also bei recht tiefem Boden, wird auch die Pfahlwurzel rasch bis auf größere Tiefe hin erstarken, tiefer abreißen, und hierdurch die Gefahr einer Vergabelung vermindert werden. Uebrigens hängt wie bei der Kleinwanzlebener Rübe die rübenförmige Erstarkung von Seitenwurzeln an den Flanken oder der Wurzeln am unteren Ende des Rübenkörpers auch mit dem gesammten Dickenwachsthum der Rüben zusammen, indem alle Auszweigungen umsomehr Aussicht haben, selbst rübenförmig zu werden, je üppiger sich die ganze Rübe entwickelt (Vergl. z. B. Fig. 9).

Wenn mehrere abwärts gehende starke Wurzeln entstehen, so wirken diese beim Herausschieben gemeinsam. Vielfach kommt, ähnlich wie bei Fig. 14, die Gabelungsstelle über die Erde heraus.

Auch dadurch können Abnormitäten hervorgerufen werden, daß nicht wie bei normaler Gestaltung die oberen Seitenwurzeln schwach bleiben, sondern rübenförmig dick werden, z. B. Fig. 5 u. 7. Bei Fig. 8 u. 10 bewirkten sie eine Krümmung der Rübe. Da Störungen der Pfahlwurzel auf die Erstarkung höher stehender Seitenwurzeln hinwirken, ist auch diese Art der Abnormität leichter möglich bei flachgründigem Boden.

Am auffälligsten äußerten sich die Abnormitäten an den Rüben, welche bei recht flacher Krume (12 cm lockerer Boden auf dem zusammengedrückten Untergrund) erzogen wurden (Tafel IV, Fig. 6 bis 12). Die Rüben sind theils an der Grenze des harten Untergrundes vergabelt (Fig. 11 u. 12), oder es ist ihnen zwar gelungen, in die harte Erde einzudringen, wie bei der Kleinwanzlebener (Fig. 5) hat sich aber der Widerstand der Pfahlwurzel in einer Erstarkung hochgelegener Seitenwurzeln fühlbar gemacht (Fig. 6 u. 10). Bei Fig. 7, dessen Pfahlwurzel sich an der Grenze des harten Bodens in mehrere Aeste gespalten hat, sehen 8 cm über die Erde heraus, wovon 4 cm epikotyl. Hier macht sich bemerklich, was bei anderen Varietäten noch auffälliger ist, daß, wenn die Härte des Bodens die Ausbreitung der Verdickung nach abwärts erschwert, der Rübenkörper um so beträchtlicher epikotyl sich verlängert. Soweit die Rüben zylindrisch werden (Fig. 8, 9, 11, die beiden ersteren durch kräftige Flankenwurzeln fixirt und deshalb durch das Emporschieben gekrümmt), haben sie sich auch aus der Erde herausgeschoben. Bei Fig. 6 hat die Härte des Bodens verhindert, daß die Verdickung nach abwärts fortschreiten konnte, die Verdickungsweise mußte sich ändern, hiermit aber der Betrag des Herausschiebens.

c. Die Gestaltung des Wurzelvermögens bei Setzpflanzen.

Tafel VI, Fig. 11 bis 20.

Auch hier ist das Verhalten wie bei der Kleinwanzlebener Rübe. Es kann sich eine Ersatzwurzel in die Richtung der Pfahlwurzel stellen, und die normale Form wieder eintreten, besonders auf recht lockerem, tiefem Boden (Fig. 11, 12, selbst bei Fig. 13, wo der Setzling krumm eingepflanzt war). Fig. 15 entspricht im Wesen der Fig. 11, Tafel III, neben der einen Ersatzwurzel sind auch anderweitige stärkere Wurzeln entstanden. Vielfach aber hat die mit dem Verpflanzen verbundene Verstümmelung der Pfahlwurzel vollständige Vergabelung zur Folge (Fig. 14, 16, 18, 19, 20). Die so entstandenen Abnormitäten sind dieselben, welche an Samenpflanzen bei mangelhaftem Untergrund oder bei Abreißen der sich emporschiebenden Rübe in zu geringer Tiefe eintreten.

Die Setzpflanzen „wachsen“ ebenso heraus wie die Samenpflanzen. Eine normale, langgestreckte, bis zu unterst astfreie Rübe wird in den

meisten Fällen nicht zu Stande kommen, außer wenn die Bodenverhältnisse recht günstig sind (Fig. 11) und den Setzlingen ein möglichst langes Stück der Pfahlwurzel belassen wird.

C. Das Wurzelsystem der Leutewitzer runden, gelben Futterrübe.

a. Die typische Gestaltung des Wurzelvermögens bei Samenpflanzen.

1. Die Jugendzustände.

Dieselben sind wie bei der Kleinwanzlebener und langen, rothen, (Tafel IX, Fig. 1 bis 4.)

2. Die späteren Zustände.

Tafel VII, Fig. 1 bis 6; Tafel VIII, Fig. 1 bis 3.

Hier heben sich dieselben 3 Regionen ab, wie bei den vorigen Varietäten, auch macht sich der Einfluß der Tiefgründigkeit des Bodens in gleicher Weise bemerkbar. Die verschieden tief reichende Region I (in den metertiefen Kästen 30 cm und darüber lang, Tafel VII, Fig. 2 u. 4) trägt seltener stärkere Wurzeln (Tafel VII, Fig. 3 u. 5); Region II, mit verminderter Zahl feiner und einer Anzahl stärkerer Wurzeln hebt da an, wo der Boden härter wird; Region III bildet die Fortsetzung in den Untergrund, je lockerer der Boden, um so weiter abwärts reicht die Bewurzelung in ansehnlicher Zahl, z. B. Tafel VII, Fig. 2. Bei diesem Exemplar erstreckt sich Region I über dieselbe Bodentiefe wie bei Fig. 5 Region I und II zusammen. Man kann gewiß nicht sagen, die Wurzeln der Rübe (Fig. 2) tiefer als etwa 30 cm seien an Zahl geringfügig, im Gegentheil wachsen gerade unten lange, kräftige, selbst wieder reich verzweigte Seitenwurzeln aus. Je kürzer die Region I ist, um so weiter reichen die stärkeren Wurzeln am eigentlichen Rübenkörper empor, wobei es aber auch darauf ankommt, wie weit abwärts sich die Verdickung der Pfahlwurzel zur Rübe erstreckt. Vielfach kommt es vor, daß die stärkeren Wurzeln da beginnen, wo das dicke Theil in das dünne Schwanzende übergeht; bei tiefem Boden beginnen sie meist erst tiefer.

Neuerzeugung feiner Wurzeln dauert den ganzen Sommer über fort, man findet solche verschiedenen Alters und verschiedener Länge der ganzen Rübe entlang.

Das Dickenwachsthum beschränkt sich bei dieser Varietät auf die oberste Partie der Pfahlwurzel, seltener geht es weiter abwärts, z. B. Tafel VII, Fig. 6, Tafel VIII, Fig. 2; Vorkommnisse letzterer Art sind individuelle Abweichungen vom eigentlichen Wachsthumstypus der Varietät. In Folge dieser Verdickungsweise wird seitlich und abwärts auf die Erde ein Druck ausgeübt, durch den sich, da ja der Rübenkörper sich nach abwärts zu ausdehnt, die Pflanzen heben. Hierzu kommt aber ein wirkliches Herauswachsen, indem nämlich der Rübenkörper oft einen beträchtlichen Zuwachs durch epikotyle Verlängerung erfährt. Dies wirkliche Emporwachsen macht gegenüber dem Emporschieben bei dieser Varietät weit mehr aus als bei der langen, rothen. Z. B. mißt auf Tafel III

	der oberirdische Rübentheil,	hiervon epikotyl
bei Fig. 3	6,3 cm	2,8 cm
bei Fig. 2	6 cm	5 cm.

Es kommen selbst Fälle vor, wo alles, was von der Rübe über der Erde zum Vorschein kommt, epikotyl ist.

Diese Verhältnisse lassen sich leicht verfolgen, wenn man an den in der Entwickelung begriffenen Rüben Marken anbringt, z. B. an der Basis der Blattkrone Nadeln einsticht. Uebrigens zeigt sich das epikotyle Wachsthum auch schon an den Resten der Blattansätze auf der Oberfläche des Rübenkörpers.

Die Pfahlwurzel reißt beim Herausschieben in verschiedener Tiefe ab, je nachdem sie stärker oder schwächer ist, mehr oder weniger fest im Boden sitzt; manchmal sehr seicht, z. B. Tafel VIII, Fig. 3. Es entsteht dann gewöhnlich eine Anzahl kräftigerer Wurzeln am unteren Ende des Rübenkörpers, oder tiefer, z. B. Tafel VIII, Fig. 1. In Folge der Verschiebung kommt die Region I mehr oder weniger über die Erde, die Verschiebung ist aber viel geringer als bei der langen, rothen, weil die Ausdehnung der Verdickung nach abwärts zu bei der rundlichen Form der Rübe eben auch nur kürzere Zeit andauert.

Die Hauptwurzelmasse verbreitet sich gewiß ebenso tief wie bei der Kleinwanzlebener und steht in der nämlichen Abhängigkeit von der Tiefe der Bodenlockerung.

Bei normalem Verlauf dieser Vorgänge entsteht ein rundlicher Rübenkörper, der keine oder nur in seinem unteren Theil, am Uebergang zum

dünnen Schwanzende, etliche stärkere Wurzeln trägt, die aber nur selten so dick und stark werden, daß sie der Verwerthbarkeit der Rüben besonderen Eintrag machen.

b. Abnorme Gestaltungen des Wurzelvermögens bei Samenpflanzen.

Störungen der Pfahlwurzel, z. B. Tafel VII, Fig. 6, Tafel VIII, Fig. 4, wirken zwar wie bei der Kleinwanzlebener und langen, rothen auf die Entstehung stärkerer Ersatzwurzeln und höher gelegener Flankenwurzeln hin, es hat dies aber ebensowenig wie das Absprengen der Pfahlwurzel beim Emporschieben nachtheiligen Einfluß auf die Ausbildung der normalen Rübenform. Denn bei der Leutewitzer fehlt das enorm energische Wachsthumsbestreben der Pfahlwurzel, welches für die Kleinwanzlebener und lange, rothe charakteristisch ist, hiermit fehlt auch die Eigenthümlichkeit, bei Beschädigungen der Pfahlwurzel eine oder mehrere Ersatzwurzeln zur Stärke der verlorenen Pfahlwurzel heranzubilden. Wie diese Varietät normal die Verdickung und Einlagerung organischer Substanz nur oben in der Pfahlwurzel (und im Hypokotyl resp. epikotyl) geschehen läßt, so thut sie dies auch nach Verletzungen der Pfahlwurzel. Bei den andern Varietäten dagegen verbreitet sich das organische Material weit abwärts, wodurch ja eben diese Rüben ihre größere Länge erhalten. Selbst in Fällen, wie z. B. Tafel VIII, Fig. 3 u. 4, können sich noch völlig normale Rüben bilden, während die Kleinwanzlebener, z. B. Tafel III, Fig. 4, sowie die lange, rothe, z. B. Tafel VI, Fig. 2, sich vergabeln würden. Man findet nicht selten Exemplare der Leutewitzer, welche bei völlig normaler und nur mit feinen Fasern (Region I) besetzter Gestalt am unteren Ende einen Büschel mäßig dicker Wurzeln tragen. Nur dann, wenn das Individuum in seiner Verdickungsweise sich ändert, nämlich das Bestreben sich bemerklich macht, die Verdickung weiter abwärts auf die Pfahlwurzel auszudehnen (Tafel VII, Fig. 6, Tafel VIII, Fig. 2, Tafel IX, Fig. 6, 7, 8, Uebergangsformen zum Typus anderer Varietäten), können Vergabelungen, ähnlich Tafel VIII, Fig. 10, auftreten.

Die Besonderheiten der Leutewitzer zeigten sich auch deutlich bei den Kulturen auf künstlich verdichtetem Untergrund mit ganz seichter Krume (Tafel IV, Fig. 13 u. 14). Auch unter diesen Verhältnissen können ganz normale Rüben entstehen, ja unter solchen Verhältnissen,

wo der Verbreitung der Verdickung nach abwärts zu durch die Beschaffenheit des Bodens Schwierigkeiten geboten sind, wächst diese Varietät erst recht epikotyl über die Erde heraus. Sie verlängert sich lieber oben, als daß sie die organischen Baustoffe zur Erstarkung und rübenförmigen Verdickung der Seitenwurzeln verwendet. Beim Exemplar
Fig. 13 mißt der über der Erde befindliche Rübentheil 7 cm, wovon epikotyl 4 cm,
Fig. 14 „ „ „ „ „ „ „ 5 cm, „ „ 4 cm.

Solche Formen, wie Tafel IV, Fig. 15, als Anfänge richtiger Vergabelung des Rübenkörpers in mehrere Aeste, kommen als individuelle Abweichungen, wie erwähnt, seltener vor und niemals bei den in ihrer Wachsthumsweise völlig typischen Individuen.

c. Die Gestaltung des Wurzelvermögens bei Setzpflanzen.

Tafel VIII, Fig. 5 bis 11.

Hier zeigt sich in der nämlichen Weise, daß Einkürzung der Pfahlwurzel nicht entfernt die nachtheiligen Folgen für die Gestaltung des Rübenkörpers hat, wie bei der Kleinwanzlebener und langen, rothen, indem nämlich meist völlig normale Rüben entstehen. Es treten zwar kräftigere Seitenwurzeln in größerer Anzahl an den Flanken auf, aber die Verdickung beschränkt sich eben auf die Pfahlwurzel und den epikotylen Zuwachs, während die Seitenwurzeln nur mäßig sich verdicken. Daß die stärkeren Wurzeln weiter aufwärts reichen als bei den Samenpflanzen, geht aus folgenden Messungen hervor. Gerechnet von der Erdoberfläche aus beginnen die stärkeren Seitenwurzeln bei einer Anzahl von Exemplaren in einer Tiefe von:

Samenpflanzen 12, 14, 9, 15, 10, 12, 14, 17, 10 cm,
Setzpflanzen 9, 10, 6, 6, 7, 7, 6, 8, 6, 8 cm.

Manchmal bleiben auch bei den Setzpflanzen die stärkeren Wurzeln auf das untere Ende beschränkt, z. B. Tafel VIII, Fig. 9.

Vergabelungen, wie Tafel VIII, Fig. 10, andeutungsweise auch bei der noch mehr vom Typus abweichenden Fig. 11, kommen seltener vor.

D. Vergleichung der drei vorausgehend behandelten Varietäten.

In der anfänglichen Entwickelung, in der Herstellung der 3 Regionen der Verzweigung, in der Abhängigkeit der Wurzelverbreitung nach der

Tiefe zu, herrscht bei diesen Varietäten volle Uebereinstimmung. Dagegen weichen sie ab:

1) In Bezug auf die Empfindlichkeit gegen Störungen des Wachsthums der Pfahlwurzel durch mangelhafte Bodenbeschaffenheit oder Verletzungen. Die Kleinwanzlebener und lange, rothe haben ein viel größeres Bestreben, an Stelle der beschädigten Pfahlwurzel Ersatzwurzeln zu entwickeln mit der Tendenz, der verlorenen Pfahlwurzel an Dicke gleich zu werden. Hierdurch entstehen viel leichter Vergabelungen des Rübenkörpers, rübenförmig verdickte Seitenäste u. s. w. Bei der Leutewitzer wirkt zwar Beschädigung der Pfahlwurzel ebenso auf die Entstehung von Ersatzwurzeln am unteren Ende und zahlreicherer Seitenwurzeln aus den Flanken der Pfahlwurzel hin, wie sich aber bei unverletzter Pfahlwurzel die Verdickung auf deren oberste Region beschränkt, so ist bei typischen Individuen dieser Varietät auch nach Verletzungen die Neigung gering, die hervorgetretenen Seitenwurzeln so sehr erstarken zu lassen, daß wirkliche Vergabelungen und Abnormitäten in dem Betrag auftreten wie bei den andern Varietäten. Es entsteht trotzdem ein einheitlicher Rübenkörper, an welchem die Wurzeln als Anhängsel an Masse weit zurücktreten, während bei den anderen Varietäten die durch Störungen der Pfahlwurzel bewirkten Auszweigungen so zu sagen zu Theilen des Rübenkörpers selbst werden.

2) Während bei der Kleinwanzlebener Rübe durch Kontraktion der Pfahlwurzel die Krone in die Erde hineingezogen wird, kommt sie bei den anderen Varietäten immer weiter über den Boden herauszustehen, obwohl auch bei ihnen die Pfahlwurzel sich verkürzt.

Das sog. Herauswachsen ist nur theilweise ein wirklicher Wachsthumsprozeß nach aufwärts zu, soweit der Rübenkörper oberhalb des Ansatzes der Kotylen durch Längenwachsthum bei gleichzeitiger Verdickung einen Ansatz erfährt; zum anderen Theil ist es ein Herausschieben, das mit einem Absprengen der Pfahlwurzel und anderer Wurzeln verbunden ist. Die epikotyle Verlängerung des Rübenkörpers ist besonders stark bei der Leutewitzer, weniger bei der langen, rothen. Bei ersterer ist vielfach der größte Theil des oberirdischen Rübenkörpers epikotyler Zuwachs. Das Herausschieben ist die Folge der Verdickungsweise der Pfahlwurzel resp. des Widerstandes, welchen die sich verdickende Pfahlwurzel im Erdboden findet.

Die Kleinwanzlebener verdickt sich so, daß das obere Ende ganz allmählich, so zu sagen mit sehr geringem Gefälle, in die untere dünne Region übergeht (Tafel IX, Fig. 9). Sie bildet während der Verdickung einen langgestreckten Kegel mit schmaler Basis. Erst später, wenn die Verdickung am oberen Ende überwiegt, kann es wohl auch zum „Herauswachsen“ kommen [1]), aber wahrscheinlich ist dies nur mehr ein epikotyler Zuwachs, keine Hebung der Rübe, wenigstens sitzt die Kleinwanzlebener mit ihrer auf beträchtliche Tiefe kräftigen Pfahlwurzel so fest im Boden, daß eher der Boden auseinanderweichen wird, als daß Hebung unter Absprengen eintreten kann. Es ist eine große Kraftanstrengung nothwendig, um eine ältere Rübe durch Ziehen am Schopfe zu heben. Bei anderen Varietäten mit geringerer Stärke der Pfahlwurzel unterhalb der Rübe mag ja wohl bei beträchtlicher Verdickung des oberen Endes Abreißen der Pfahlwurzel und Emporschieben eintreten. Auf dem seichten Boden (Tafel IV, Fig. 2 bis 4) hat die durch den festen Untergrund bewirkte Abweichung im Verlaufe der Verdickung der Pfahlwurzel ein Herausschieben zur Folge gehabt. (Bei Fig. 4 war es nur eine Hebung durch die dicker werdenden horizontalen Gabeläste, ähnlich wie bei Bäumen mit horizontal laufenden Wurzeln.) Uebrigens nimmt unter solchen Verhältnissen, bei denen die freie Verdickung der Pfahlwurzel nach abwärts zu erschwert ist, auch bei der Kleinwanzlebener das epikotyle Herauswachsen zu.

Da sich die Rüben ja fortgesetzt bis zur Ernte verdicken, das Herausschieben aber schon viel früher begonnen hat und bereits vollendet sein kann, als noch die Form der Pfahlwurzel anders war als bei der Ernte, ist es oft nicht mehr möglich, im erwachsenen Zustande die mechanischen Ursachen des Herausschiebens im Einzelnen noch zu erkennen.

Der Einfluß der Beschaffenheit des Bodens, dessen Widerstand ja das Emporschieben und Herauswachsen der sich verdickenden Rüben hervorruft, auf den Betrag des „Herauswachsens“ ist schon seit geraumer Zeit der Praxis aufgefallen. So fand man, daß namentlich auf schwerem Boden das Herauswachsen stärker sei. Eine hierher gehörige Beobachtung theilt auch *Thaer* mit [2]): Auf einem tief gepflügten Acker blieben die

---

[1]) *Fühling* (der praktische Rübenbauer p. 4) giebt an, daß in einem reich gedüngten Boden die weiße schlesische Rübe sehr groß werde und alsdann „herauswachse“.

[2]) Grundsätze der rationellen Landwirthschaft, neue Ausgabe 1880. p. 942.



Rüben in der Erde, auf einem flach gepflügten aber wuchsen sie heraus. Man wird diese Erscheinungen, welche ja mit meinen Beobachtungen der Kulturen auf recht seichtgründigem Boden (Tafel IV, Fig. 2) übereinstimmen, auf den größeren mechanischen Widerstand des Bodens und die Beförderung epikotyler Verlängerung der Rüben zurückführen müssen, aber mit der Ergänzung, daß diese Wirkung nicht bei allen Varietäten und Individuen in gleichem Maße einzutreten braucht (Tafel IV, Fig. 6).

Die lange, rothe Futterrübe hat das Bestreben, ihre Pfahlwurzel cylindrisch zu verdicken, fortgesetzt nach abwärts zu in gleichmäßiger Dicke zur Rübe anzuschwellen. Das Dickenwachsthum schreitet viel ausgiebiger und rascher an der Pfahlwurzel abwärts als bei der Kleinwanzlebener, bei der überhaupt ja die Rübe kürzer bleibt. Das dickere Theil geht mit stärkerem Gefälle in das dünnere über (Tafel IX, Fig. 10) und schreitet dieser Uebergang an der Pfahlwurzel lange Zeit abwärts. Uebrigens reißt auch die Pfahlwurzel der langen, rothen leichter ab, wie man sich beim Ziehen am Blattschopf überzeugt. Dieser Umstand ist aber, wie eigens angestellte Versuche ergaben, nicht die Ursache der Verschiedenheit im Verhalten beider Varietäten. Denn die Kleinwanzlebener wächst nicht heraus, auch wenn man die Pfahlwurzel durch Ziehen am Schopfe abgesprengt hat, ferner ebenfalls nicht, wenn sie in dem flachen, nur 12 cm tiefen Erdkasten oder in Blumentöpfen kultivirt wurde (Tafel IV, Fig. 1), während sich unter diesen Umständen die lange, rothe herausschob, also die Pfahlwurzel denselben Weg rückwärts machte, wie in der Jugend vorwärts. Wenn durch den harten Untergrund die Ausbreitung des Dickenwachsthums nach unten zu, der Pfahlwurzel entlang, unterdrückt wird, ändert sich mit der Verdickungsweise auch das Herausschieben (Tafel IV, Fig. 6).

Bei der Leutewitzer ist der Uebergang vom dicken zum dünnen Theil noch schroffer, wodurch ein erheblicher Druck nach abwärts auf den Erdboden eintritt. Da die Pfahlwurzel unterhalb der Rübe schwach bleibt, wird auch das Absprengen um so leichter möglich sein, jedenfalls viel leichter als bei der mit recht fester und auf bedeutende Länge, weit unterhalb des Hauptrübenkörpers, immer noch verhältnißmäßig dicker Pfahlwurzel versehenen, fest im Boden sitzenden Kleinwanzlebener.

Die untersuchten drei Varietäten weichen demnach in wichtigen

Eigenthümlichkeiten von einander ab, und diese sind das Ergebniß ihres besonderen Wachsthumstypus bei Ausbildung des Rübenkörpers.

E. Das Wurzelsystem sonstiger Rübenvarietäten.

Die übrigen 9 Varietäten stimmen mit den 3 ausführlich behandelten überein:

1) In der Anordnung und dem allgemeinen Charakter der Verzweigungen entlang der Pfahlwurzel. Die Abhängigkeit der Wurzelbildung von der Tiefgründigkeit des Bodens ist die nämliche, und speziell reicht Region I um so weiter abwärts, je tiefer die Lockerung geschah. Die Hauptwurzelverbreitung geschah auf 20—25—30 cm. Bei den Varietäten mit rundlicher Rübe beginnt Region II (mit stärkeren Wurzeln) häufig am Uebergang des dünnen in das dicke Theil, d. h. bezogen auf die fertige Rübe, indem die Verdickung der Pfahlwurzel bei diesen Varietäten ungefähr über Hypokotyl und Region I der Pfahlwurzel, öfter allerdings noch weiter oder weniger weit, abwärts greift.

2) In den Beziehungen zwischen der Empfindlichkeit gegen Störungen des Pfahlwurzelwachsthums und der Beeinträchtigung der Ausbildung des Rübenkörpers. Je länger gestreckt die Rübe wird, um so leichter treten Vergabelungen und sonstige Abnormitäten ein. Wie alle Uebergangsformen von den kurzen, breiten Rüben zu den langgestreckten als Varietätentypen vorkommen, so tritt auch die Empfindlichkeit gegen Störungen des Pfahlwurzelwachsthums bei den einzelnen Varietäten in verschiedenem Grade hervor. Das „Herauswachsen" steht ebenfalls im Zusammenhang mit dem Wachsthumstypus.

Kuhhorn, lange, rothe, halb aus der Erde wachsende, Mammuth, schlesische Zuckerrübe, schließen sich an die lange, rothe und Kleinwanzlebener an,

Oberndorfer und meist auch die Eckendorfer an die Leutewitzer,

Klumpers und zum Theil die Eckendorfer stehen in der Mitte.

Bei der Eckendorfer und noch mehr bei der Yellow Globe waren verschiedene Typen vertreten. Wie erwähnt, kamen Abweichungen vom Typus auch bei den übrigen Varietäten vor, am wenigsten bei den langgestreckten Formen, am meisten bei den rundlichen, wie auch mehrfach die Färbung bei den Individuen einer Varietät wechselte. Außer von individuellen Schwankungen an sich rassereiner Exemplare könnten natür-

lich auch Bastardirungen Ursache der Abweichungen sein, und da die Sämereien nicht selbst gezogen wurden, könnte es sich auch dazwischen um Verunreinigungen handeln.

Vergleicht man mit diesen Ergebnissen die Beschreibungen und Abbildungen, welche über das Wurzelsystem der Runkelrüben in der Litteratur vorliegen, so ergiebt sich, daß die von mir beschriebenen Typen der Verzweigung mehrfach sich erkennen lassen, daß aber vielfach die Beschreibungen zu ungenau sind, um ihnen Bestimmtes entnehmen zu können. Vielfach wurden auch Zufälligkeiten beschrieben, wie sie eben an den untersuchten wenigen Exemplaren vorhanden waren.

Mit den Beschreibungen von *Schumacher* und *Hosaeus* läßt sich nichts Rechtes anfangen, mir ist es wenigstens nicht gelungen, nach den mir bekannten Vorkommnissen ein sicheres Bild entwerfen zu können. Der Umstand, daß beide an Setzpflanzen beobachteten, würde ohnehin nur einen speziellen Fall liefern und auch keinen Schluß auf sämmtliche Varietäten gestatten, die sich ja, wie wir gefunden haben, sehr abweichend verhalten können. Die genannten Autoren geben weder Namen noch nähere Kennzeichnung der Form ihrer Versuchsvarietät.

de Vries liefert folgende Beschreibung: „Die reichste Verzweigung finden wir bei jungen Exemplaren in der Gegend, wo der fleischig verdickte Theil in die unverdickte Pfahlwurzel übergeht. Ueber eine Länge von mehreren Zentimetern trägt die Wurzel hier zahlreiche lange Aeste, welche selbst wieder reich verzweigt sind und später zu mächtigen Stämmen heranwachsen. Die Pfahlwurzel selbst geht noch tiefer abwärts in den Boden, trägt dort aber nur wenige zerstreute Zweige". Diese Beschreibung stimmt ungefähr mit Tafel II, Fig. 4, nur ist Region I in der Beschreibung nicht berücksichtigt.

Für die Beziehungen zwischen Körperform und „Herauswachsen" kann auf etliche Abbildungen in *Knauer*'s Rübenbau 1861 verwiesen werden:

1) Belgische Zuckerrübe mit schlanker, zapfenförmiger Rübe: Kopf in der Erde.
2) Quedlinburger derselben Form verhält sich ebenso.
3) Schlesische, birnförmige: Kopf ein wenig über der Erde.
4) Sibirische Tellerrübe, rundlich: Kopf stark über der Erde.
5) Imperialzuckerrübe, Rübe schlank, birn- und zapfenförmig: Kopf in der Erde.

Im Allgemeinen kommt also die Rübe umsomehr über die Erde, je mehr die Form rundlich wird, während die schlanken Formen, analog der Kleinwanzlebener, in der Erde bleiben.

Die Rüben der *Thiel'*schen Photographien weichen von meiner Kleinwanzlebener durch eine viel weniger kräftige Ausbildung der Pfahlwurzel unterhalb der eigentlichen Rübe ab. Trotzdem lassen sich die für die Kleinwanzlebener ausfindig gemachten Eigenthümlichkeiten erkennen. Wenigstens trifft dies bei den älteren Zuständen zu. Denn die jüngeren (links oben, erste und zweite Reihe) geben keine recht klare Vorstellung, bei einem Theil lassen sich die von mir beschriebenen Verhältnisse einigermaßen noch erkennen, bei einem anderen Theil war aber die Pfahlwurzel gestört.

Thiel giebt im begleitenden Text nur an, die Pflanzen seien in einem leichten Sandboden kultivirt worden, so daß also namentlich bezüglich des Tiefgangs Abweichungen gegenüber dem normalen Rübenboden vorhanden sein werden. Ich kann mangels Beschreibung nur nach den Bildern selbst urtheilen, und ebenso können auch die Maße den Abbildungen nur ungefähr entnommen werden.

Nr. 2[1]) ist typisch: Region I 12 cm, Region II 19 cm, Region III 61 cm.

Nr. 6 ebenso. „ I 10 cm, „ II 16 cm, „ III 65 cm.

Nr. 5. Die stärkeren Wurzeln der Region II sind im Verhältniß zur Pfahlwurzel schon wesentlich erstarkt. Region I 10, II 6, III 76 cm.

Nr. 1 ist voriger ähnlich. Region I 6, II 4, III 85 cm.

Nr. 4 nähert sich schon den abnormen Formen mit zurücktretender Entwickelung der Pfahlwurzel. Dieselbe scheint zwar noch vorhanden zu sein (unterhalb der Rübe), ist aber nach Richtung und Stärke des Wachsthums von mehreren Seitenwurzeln nicht mehr verschieden.

Nr. 8 ist ähnlich.

Nr. 3. Die Pfahlwurzel läßt sich nicht mehr erkennen, am unteren Ende des Rübenkörpers befinden sich mehrere rübig erstarkte Seitenwurzeln.

Nr. 7 ist ebenfalls abnorm. Die Pfahlwurzel geht in einer Tiefe von 26 cm in Verzweigungen auseinander, dafür sind die Seitenwurzeln der Region II erheblich verdickt.

Mit meinen Abbildungen verglichen, könnte man Nr. 1, 2, 5, 6 etwa

---

[1]) Die älteren Zustände. Die Numerirung geht von links nach rechts, 1 und 2 in der oberen, 3 bis 9 in der unteren Reihe.

an Tafel II, Fig. 1a, 2a, 3a, 4 anschließen; Nr. 3 u. 7 ebenso an Tafel III, Fig. 2, 3, 6.

Die Photographien liefern eben Beispiele von dem normalen Typus und Uebergängen bis zum vollständigen Verlust des Uebergewichts der Pfahlwurzel bei gleichzeitiger Erstarkung der unteren Seitenwurzeln[1]).

F. Analoge Ausbildungen des Wurzelsystems bei anderen Pflanzenarten.

Tafel IX, Fig. 11 bis 16.

Der Typus des Wurzelsystems der Runkelrübe, nämlich eine kräftige Pfahlwurzel mit den beschriebenen 3 Regionen der Verzweigung, scheint sich bei anderen Pflanzenarten mit eben solcher Pfahlwurzel zu wiederholen. So hat die Pfahlwurzel der verwandten Arten Chenopodium album und polyspermum im oberen Theil nur feine Wurzeln, erst in größerer Tiefe stärkere. Bei der Weißrübe wiederholt sich dasselbe. Von diesen wurden im September Stoppelsaaten ausgegraben (Tafel IX, Fig. 14 bis 16). Wir finden hier Region I (feine Wurzeln), dann erscheinen stärkere (Region II), welche anscheinend, wenn die Pfahlwurzel ungestört weiter in den Boden eindringen kann, wieder durch feinere Wurzeln in geringerer Zahl ersetzt werden. Region I war kurz, aber auch die Ackerung der Stoppeln nur seicht (etwa 12 cm), vielfach vergabelte sich deshalb auch die Pfahlwurzel in geringer Tiefe. Auch für die Weißrübe ist wenigstens bei den langgestreckten Formen Tiefgründigkeit Bedingung der Entstehung normal geformter Rüben.

Aehnlich der Weißrübe verhält sich der Rettig (Fig. 11 bis 13). In recht tief gelockertem Gartenboden reichte Region I weit abwärts

---

[1]) Nachträgliche Anmerkung. Herr Prof. Dr. *Orth* hatte die Güte, mir Photographien seines Wurzelherbars zur Einsicht zu senden. Die abgebildete Kleinwanzlebener Rübe war 1882 im Sandboden gewachsen. Das Exemplar war offenbar typisch: Region I ca. 12, II 9, III 43,5 cm. Nach erreichter Länge von etwa 65 cm verlor die Pfahlwurzel das Uebergewicht, sie ging in einen Wurzelbüschel auseinander (bei der Rübe Fig. 2 meiner Tafel I hat die Wurzel noch in einer Tiefe von mehr als 70 cm das Uebergewicht). Dem Habitus nach wäre die *Orth*'sche Abbildung ungefähr Fig. 2, Tafel III anzuschliessen, nur daß bei der letzteren die Verästelung resp. der Verlust des Uebergewichts der Pfahlwurzel schon 18 cm unter der Erdoberfläche eintrat, Region III also sehr kurz blieb; oder mut. mut., mit Fig. 1, Tafel VIII.



(Fig. 11 20 cm), unten schloß sich Region II mit etlichen stärkeren und einer verminderten Zahl feinerer Fasern an. Bei weniger günstigen Verhältnissen war Region I kürzer (Fig. 12 nur 5 cm). Bei Fig. 12 hebt sich Region III deutlich ab. Erstarkung hochstehender Seitenwurzeln führt zu Vergabelungen (Fig. 13). Bei dieser Varietät ist wie bei der Kleinwanzlebener Zuckerrübe nur auf recht tiefem Boden eine auf die wünschenswerthe Tiefe astreine Rübe zu erzielen. Die Pfahlwurzel dieser Rettigvarietät (schwarzer Winterrettig) läuft ebenso tief wie die der Kleinwanzlebener, sie wurde in einer Länge von fast 1 m auf dem lockeren Boden gewonnen [1]).

G. Die Ernährungsverhältnisse der Runkelrübe.

Bei dem abweichenden Verhalten der Varietäten ist es am übersichtlichsten, dieselben gruppenweise zu besprechen.

1. Die Zuckerrübe.

Schon in früher Jugend dringt die Pfahlwurzel in bedeutende Bodentiefen, ein wenige Wochen nach dem Aufgehen hat sie die ganze Tiefe durchwachsen, in welcher sie sich der Hauptsache nach ihre ganze Wachsthumszeit hindurch ernährt, nämlich in einer Bodenschichte, welche um so tiefer geht, je tiefer die Bodenlockerung ist. Physiologisch besteht hierin keine Grenze, wohl aber praktisch in der Unmöglichkeit, die Bodenlockerung in wirthschaftlich rentabler Weise beliebig tief ausführen zu können. Bei rationeller Bodenbearbeitung (Tiefkultur) und sonstigen günstigen Bodenverhältnissen wird die hauptsächlich ernährende Bodenschichte auf etwa 25 cm zu veranschlagen sein; in den metertiefen Kästen erstreckte sie sich wesentlich tiefer abwärts. In dieser Tiefe (Verbreitung der Region I u. II) wird der Boden rings um die Pfahlwurzeln von Fasern durchzogen, in der obersten Schichte (12 bis 14 cm und mehr) von überwiegend feinen, in großer Zahl vorhandenen, tiefer aber, wo der Boden härter wird, entstehen stärkere Wurzeln, welche sich wieder reichlich verzweigen und dadurch den Boden auch unterhalb 12 bis 14 cm

[1]) Nach den *Orth*'schen Bildern gehört auch die Cichorie hierher. Die Pfahlwurzel trug 10—12 cm abwärts feine Wurzeln, dann etliche stärkere (ähnlich Fig. 1 meiner Tafel VIII, oder Fig. 2, Tafel III), weiter abwärts Würzelchen in geringerer Anzahl; 60 cm tief geht die Pfahlwurzel in mehrere Aeste auseinander.



noch gehörig ausnützen. Diese Ausnützung der 25 cm Bodentiefe geschieht aber nicht allein in der Jugend, sondern fortgesetzt während der ganzen Vegetationszeit, indem fortgesetzt neue Wurzeln aus dem Rübenkörper erzeugt werden, demnach nahrungaufnehmende Wurzeltheile in der genannten Schichte näher und ferner vom Rübenkörper den ganzen Sommer über vorhanden sind (Vergl. Tafel IX, Fig. 5). Es ist also eine ganz falsche Vorstellung, zu glauben, daß die nahrungaufnehmende Region sich immer weiter vom Rübenkörper entfernt, nämlich näher demselben keine Nahrungaufnahme mehr geschieht. Für die Enden der langwüchsigen Wurzeln trifft dies natürlich zu, die Erde zwischen diesen Enden und dem Pfahlwurzelkörper wird aber durch immer neue Generationen, aus den älteren Wurzeltheilen entspringend, durchzogen. Die Behauptung *Stammer*'s[1]), daß die Rüben aus dem gedüngten (oberen) Theil des Bodens zwar lange Zeit hindurch, nicht aber in der für die Zuckerbildung wichtigsten Periode hauptsächlich ihre Nahrung entnehmen, kann bloß unter der Voraussetzung zutreffen, daß inzwischen die obere Krume völlig ausgesaugt wäre.

Die Pfahlwurzel dringt noch tiefer als 25 cm in den Boden, unter Umständen metertief, sie erzeugt in dem festeren Boden nur eine geringere Anzahl von Verzweigungen. Was sie in die Tiefe treibt, ist gewiß nicht die unmittelbare Wirkung der Feuchtigkeit im Untergrund, sondern eine ererbte Eigenschaft, auf ihrem enormen Längenwachsthumsbestreben in Verbindung mit ausgeprägtem positiven Geotropismus beruhend. Bei der im Untergrunde geringeren Wurzelproduktion und dem Umstande, daß unten leicht aufnehmbare Nährstoffe in geringerer Menge vorhanden sein werden, wird auch der Beitrag, welchen die Wurzeln der Region III zur Ernährung liefern, geringer sein, aber es wäre verfehlt, denselben für verschwindend zu halten und bei der Beurtheilung der Oekonomie der Pflanze außer Acht zu lassen. Denn nach der Anzahl der Wurzeln und der Menge aufnehmbarer Nahrung allein kann die Bedeutung der tieferen Wurzeln nicht bemessen werden. Wenn es anhaltend trocken ist, können die oberen Wurzeln zur Ernährung auch nichts beitragen, es scheint sogar, daß bei stärkerem Austrocknen der Erde die feinen Wurzeln vertrocknen. Mehrfach wurde ferner beobachtet, besonders bei den

---

[1]) Zuckerfabrikation p. 130.



Ausgrabungen der Pflanzen in den metertiefen Kästen, daß bei der anhaltenden Trockenheit des Sommers 1887 die obere Partie der Region I (auf 10 bis 15 cm abwärts) zwar Wurzelkeime genug hatte, daß diese aber bei der Trockenheit nicht weiter wuchsen, so daß die Ernährung wochenlang aus bedeutenderen Bodentiefen geschehen mußte. Ohne die tiefen Wurzeln wäre es den Pflanzen nicht möglich gewesen, die Trockenheit zu überstehen. Als es wieder regnete, sproßten oben wieder reichlich Wurzeln hervor, und die Ernährung aus den obersten Schichten konnte wieder beginnen. Hier sieht man deutlich, daß die Rübe den Boden während der ganzen Vegetationszeit in der ganzen Tiefe, in der sie wurzelt, beansprucht, nicht etwa in der Jugend oben, später unten, sie entnimmt die Nahrung in der ganzen Tiefe, so lange sie vorhanden ist. Zu bemerken ist, daß sich die oberen seitlichen Verzweigungen nicht beliebig ausbreiten und beliebig aus immer größeren Entfernungen Nahrung herbeiholen können, da in der Kultur die Rübenindividuen einander Konkurrenz machen, besonders bei der Zuckerrübenkultur, wo man die Reihen enger hält. Hierbei können die oberen Schichten, welche fortgesetzt von Wurzelnachschub von der Rübe aus durchzogen werden, schließlich ausgenützt werden, so daß die größere Zahl der oberen Wurzeln eben auch nur wenig Nahrung mehr beibringen wird, während die tieferen Wurzeln in neue unausgenützte Bodenregionen vordringen, bei der oft beträchtlichen Länge der Region III die hier spärlich vorhandenen Seitenwurzeln immerhin eine beträchtliche Zahl ausmachen und zudem den Vortheil haben, noch genügenden Wasservorrath zu finden. Bei engem Stande hätten also die tieferen Wurzeln erst recht eine große Bedeutung und eine höhere als bei weiterem Stande. Ebenso muß, wie Versuche ergeben haben, bei tieferer Bearbeitung auf sonst nährreichem Boden die Reihenweite vermindert werden, damit nicht zu große Rüben entstehen[1]. Ferner wäre die Tiefgründigkeit und tiefe Lockerung wichtiger auf nahrungsärmeren Böden, wo die oberen Schichten eher ausgenützt sein werden als auf nahrungsreicheren.

Die Darlegungen in der Litteratur über diese Fragen zeigen einerseits eine Ueberschätzung des Obergrundes, anderseits des Untergrundes hinsichtlich der Bedeutung für die Ernährung der Rüben. Die nähere

[1]) Vergl. z. B. Jahresbericht der Agrikulturchemie VI (1883) p. 147.



Ueberlegung lehrt, daß es sehr von den Boden-, Witterungs- und Düngungsverhältnissen abhängt, ob und wie weit die Wurzeln unterhalb etwa 25 cm für den Ertrag mehr oder weniger von Wichtigkeit sind. Allgemein läßt sich bloß soviel sagen, daß es auf jeden Fall die größte Sicherheit guter Ernten bietet, wenn die Bewurzelung durch recht tiefe Bearbeitung möglichst tief laufen kann, und hierdurch die Untergrundsnährstoffe in beträchtlicherem Grade zur Produktion Verwendung finden. Dazu kommt, daß die Erdschichte schon deshalb eine gewisse Tiefe (bei der Kleinwanzlebener veranschlagt auf 20—25 cm, bei anderen Varietäten vielleicht mehr, bei anderen vielleicht weniger) haben muß, weil sonst vielleicht beträchtlich große, aber aus den mehrfach bezeichneten Gründen keine normalen Rüben erzielt werden können. Also ist selbst dann genügend tiefe Bodenlockerung erforderlich, wenn die obere Krume genügend feucht und nährstoffreich ist, um große Produktion organischer Substanz zuzulassen. Die Rüben, welche auf der ganz seichten Krume bei künstlich verdichtetem Untergrunde erzielt wurden, waren sehr groß. Zu vergleichenden Gewichtsbestimmungen für diese und die auf normalem Boden gewachsenen Rüben war die Anzahl der Individuen zu gering. Ferner ist zu beachten, daß bei Verhinderung der Wurzelverbreitung in die Tiefe die Verästelung oben um so stärker ist, viel stärker als bei normalen Verhältnissen, so daß alsdann eine stärkere Ausnützung der oberen Schichten eintritt. Aus ähnlichen Gründen beweist die Möglichkeit, große Rüben z. B. in Blumentöpfen von verhältnißmäßig geringer Tiefe oder auch in ganz flachen Kästen (bei meinen Versuchen in solchen von 12 cm Tiefe) zu erzielen, durchaus nichts gegen die Bedeutung der Tiefe des Bodens bei normalen Kulturverhältnissen. Die Wurzelentfaltung in der seichten Schicht ist gegenüber den normalen Verhältnissen wesentlich gesteigert, man konnte überdies durch Begießen dafür sorgen, daß es nicht an Feuchtigkeit mangelte.

Wie sehr bei der Beurtheilung der Tiefgründigkeit des Bodens nicht allein die Ernährungs-, sondern auch die erwähnten mechanischen Verhältnisse als Voraussetzungen der Entstehung normaler Rüben in der technisch gewünschten Form in Betracht kommen, ergiebt sich deutlich aus dem Vergleich der Abbildungen Tafel II u. III. Bei Störungen der Pfahlwurzel durch den Boden (oder auch durch das Verpflanzen) hat die Bewurzelung gerade in den oberen nährreicheren Schichten nicht ab-, sondern

wesentlich zugenommen, z. B. Tafel III, Fig. 3: statt der einen Pfahlwurzel laufen mehrere starke Wurzeln abwärts, die sämmtlich reich befasert sind. Diese Störungen erhöhen die Bewurzelung, sie müssen also in ähnlicher Weise günstig für die Ernährung wirken, wie man in der gärtnerischen Praxis Verpflanzungen vornimmt, um die Bewurzelung und hierdurch die ganze Entwickelung zu befördern. Ob die Produktion bei den Zuckerrübensamenpflanzen durch die gedachten Störungen zunahm, wurde nicht entschieden, wäre aber auch gleichgültig, da die erzeugte organische Substanz in einer technisch unzweckmäßigen Weise abgelagert wird, und hierdurch der Werth allenfallsiger Mehrproduktion überwogen würde.

2. Die lange, aus der Erde wachsende Futterrübe.

Da die Pfahlwurzel beim Emporschieben in allerdings oft beträchtlicher Tiefe abreißt, wo das Bestreben, abermals in die Tiefe gehende Ersatzwurzeln zu bilden, fehlt oder geringer ist, ferner das Abreißen an den Ersatzwurzeln sich wiederholen muß, so ist es nicht wahrscheinlich, daß diese Varietät bis zu solcher Tiefe wie die Zuckerrübe einen Beitrag zur Ernährung bezieht, vielmehr rücken die unteren, erst in größerer Tiefe gewesenen Wurzeln mehr und mehr in obere Schichten vor, wo die Verhältnisse der Nahrungsaufnahme günstiger sind. Die Erdschichte, aus der die Hauptternährung geschieht, wird auf gewöhnlichem Boden ebenfalls zu etwa 25 cm anzusetzen sein. Nachdem das „Herausschieben“ zu Ende ist, werden wohl von dem neuen Standorte aus die Wurzeln besonders bei recht tiefem Boden abermals in die Tiefe vordringen. Bei Störungen der Pfahlwurzel nimmt die Bewurzelung in der oberen Erdschichte wie bei der Kleinwanzlebener zu, die Kultur muß aber aus den nämlichen Gründen wie bei der Zuckerrübe auf hierdurch allenfalls entstehende bessere Ernährung verzichten.

3. Die rundliche Futterrübe.

Auch diese verliert beim Emporschieben das untere Ende der Pfahlwurzel und vermehrt ihre Wurzeln in den oberen Schichten durch Störungen der Pfahlwurzel. Da sich aber trotzdem normale Rüben ausbilden können, so wird diese Wurzelvermehrung den Samenpflanzen überwiegend zum Vortheil gereichen. Man findet oft prächtig große Rüben

mit einer Bewurzelung ähnlich Tafel VIII, Fig. 3. Die hauptsächliche Wurzelverbreitung geht eben so tief wie bei der Zuckerrübe. Aber offenbar vertragen diese Varietäten weniger tiefen Boden viel besser als die langen Formen. Bei tiefem Boden werden sie gewiß auch sicherer gedeihen und den Boden auf größere Tiefen ausnützen, dies thun aber andere Gewächse, z. B. die Getreidearten ebenso. Es scheint nicht richtig, die Runkelrüben ganz allgemein nach dem Typus der Zuckerrüben zu beurtheilen, da sich ja nach der Wachsthumsweise der Varietäten große Verschiedenheiten geltend machen. Die rundlichen Formen können selbst auf recht seichtem Boden (Tafel IV, Fig. 13 u. 14) ganz normal werden und schöne Erträge liefern, wenn nur reichlich Nahrung und genügend Feuchtigkeit in der seichten Krume geboten sind. Die mechanische Wirkung des Bodenwiderstandes in ihrer Bedeutung für die Entstehung der günstigsten Rübenform kommt bei diesen Varietäten so ziemlich in Wegfall.

II. Angewandter Theil.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind geeignet, verschiedene, in der Praxis der Rübenkultur angewandte Maßnahmen in ihrer Bedeutung ursächlich zu verstehen, für andere liefern sie Beurtheilungsmomente und Anregungen, sie veranlassen, das Augenmerk auf mehrere, zur Erzielung möglichst hoher Rübenernten wichtige, bis jetzt weniger beachtete Umstände zu richten. Soweit dies nicht schon den Auseinandersetzungen des I. Theils zu entnehmen ist, soll hierüber noch besonders das Folgende erörtert werden.

A. Die Bedeutung der tiefen Bearbeitung des Bodens für die Kultur der Rüben, besonders der Zuckerrüben.

Diese leuchtet ganz deutlich ein, wenn man Tafel I, Fig. 2 mit den Abbildungen der Tafel II vergleicht.

Das Exemplar, welches der ersteren Abbildung zu Grunde lag, war in einem metertiefen Erdkasten gewachsen und auf ca. 70 cm bloßgelegt. Die fein befaserte Region I reicht fast 40 cm in den Boden, dann kommen zwar relativ weniger, aber bei der Länge des Stückes (32 cm) und dem

Umstande, daß diese Wurzeln selbst wieder viele Verzweigungen haben, immer noch absolut zahlreiche Wurzeln; jedenfalls kann man nicht sagen, daß dieselben nebensächlich oder überflüssig für die Pflanzen gewesen wären, daß also etwa an der Grenze der Region I die untere Region ohne Schaden für die Ernährung der Pflanze hätte wegbleiben können. Im Gegentheil war die Pflanze bei der Trockenheit des Sommers oft viele Wochen darauf angewiesen, gerade aus den unteren Schichten sich zu ernähren.

Auf dem weniger tiefen, aber immerhin 25 cm tief umgegrabenen Boden wird dagegen schon von etwa 20—25 cm ab die Bewurzelung geringer, wie oben erörtert, aber nicht etwa so, daß sie von dieser Tiefe ab für bedeutungslos zu halten wäre. Und wenn wir den Boden vertiefen, so kann nicht allein die Pfahlwurzel mit geringerer Anstrengung in die Tiefe laufen, sondern es nimmt auch die Zahl der Auszweigungen der Pfahlwurzel entlang zu. Es wird dadurch, ganz abgesehen von anderen Vortheilen tiefer Bodenlockerung, leicht verständlich, warum die praktischen Erfahrungen allen Behauptungen entgegen, nur die oberste Schichte sei die so ziemlich allein nährende, unwiderleglich die Anforderung an möglichst tiefe Bodenlockerung gerechtfertigt haben. Bei tieferer Bodenlockerung beschränkt sich eben die reichliche Bewurzelung nicht auf 25 cm Erdschichte, sondern so weit abwärts, als der Boden locker gemacht wird.

Wenn aber der Boden nicht tief genug bearbeitet ist, so entstehen auch, wie Tafel III, Fig. 1 bis 6 zeigt, aus mechanischen Gründen Mißbildungen, Vergabelungen, starke Rübenäste hoch oben am Rübenkörper u. s. w. Solche Abnormitäten treten auf den Feldern bei mangelhafter Ackerung ein, wenn z. B. bei nachlässiger Arbeit unbeackerte Erdstreifen stehen bleiben u. s. w. Auf dem Versuchsfeld machte sich auch überall da, wo ein schlechterer Arbeiter beschäftigt war, bei den Zuckerrüben und der langen Futterrübe die mangelhaftere Arbeit in einer mangelhaften Rübenform bemerkbar. So empfindlich sind die langen Formen gegen die Bodenbearbeitung.

Wie die Zuckerrüben zeigen auch die Futterrüben den enormen Einfluß der Tiefe der Bodenlockerung auf die Ausbreitung und Vermehrung der Wurzeln. Z. B. Tafel VII, Fig. 2 im Vergleich mit Fig. 3. Die Region II mit ihren stärkeren Wurzeln beginnt bei Fig. 3 schon 10, bei

Fig. 2 aber erst 32 cm unter der Erdoberfläche, also erst in einer Tiefe, wo die Rübe Fig. 3 nur mehr spärliche Wurzeln hat.

Weiter lehrt uns die Entwickelungsgeschichte (Tafel IX, Fig. 1 bis 4), daß tiefe Bodenlockerung und Nährstoffreichthum des Bodens der jungen Pflanze gestatten, außerordentlich rasch in die Tiefe einzudringen und zu erstarken, daß sie die sichersten Mittel sind, um ihr über ungünstige Witterungsverhältnisse hinweg zu helfen.

B. Die Unterbringung des Düngers.

Bekanntlich hängt die Wirkung des Düngers nicht allein ab von seiner Menge und Beschaffenheit, sondern auch von der Art und Weise, wie er in den Boden gebracht wird. Düngt man zu Rüben mit Stallmist, so könnte man denselben tiefer oder seichter unterackern, vor, mit oder nach der tiefen Furche, wie man denn auch in der Praxis verschiedene Wege einschlägt, und von den landwirthschaftlichen Schriftstellern empfohlen findet. Ebenso könnte man auch die Kunstdünger in verschiedener Weise in den Boden bringen.

Genauere Versuche zu dieser Frage sind mir bloß von *Petermann* und *Wassage*[1]), dann von *Stammer*[2]) bekannt.

Die beiden ersteren hatten Zuckerrüben auf „sandigem Thonboden" gebaut und mit stickstoff-, phosphorsäure- und kalihaltigen Düngemitteln gedüngt; diese wurden nur eingerecht oder auf 12 cm Tiefe untergehackt oder auf 22 cm Tiefe untergegraben. Die Ernten waren (Vilmorin's Rübe) pro ha:

	1881.	1882.	1883.
ohne Dünger	17 657	21 772	49 310
Dünger eingerecht (eingeeggt). .	22 950	22 453	58 547
Dünger auf 12 cm untergehackt .	32 674	36 217	65 726
Dünger auf 22 cm untergegraben	38 543	39 030	69 596.

Mit der Tiefe der Unterbringung nahm also die Wirkung zu. Es wurde deshalb der Schluß gezogen, daß es nicht genüge, die Dünger nur oberflächlich aufzubringen oder allenfalls einzueggen, selbst wenn durch reichlichen Regen die Bedingungen gegeben wären, diese oberflächlichen

[1]) Jahresbericht der Agrikulturchemie 1884 p. 289.

[2]) Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie des Deutschen Reichs 1887, Aprilheft p. 328.



Düngstoffe den Wurzeln rascher zuzuführen, als in trockenen Jahren geschieht.

Stammer berichtet über Versuche, welche im Sommer 1886 mit Anwendung des *Derome*'schen Untergrundsdüngerpflugs ausgeführt wurden. Feld A war nur gepflügt, bei B, C, D, E wurde der Boden hinter dem Pflug mit dem Untergrundspflug auf 35 cm gelockert, und zugleich die verschiedenen Dünger dem Untergrunde einverleibt und zwar:

B. Mechanischer Dünger aus gleichen Theilen Steinkohlenasche und zerfallenem Kalk.

C. Derselbe Dünger wie im Obergrund, gemischt mit Bauschutt.

D. Aufgeschlossenes Knochenmehl, gemischt mit Bauschutt.

E. Rohes Ammoniaksalz, gemischt mit Bauschutt.

Geerntet wurden pro ha kg:

	Rüben.	Blätter.
A. . . .	47 000	24 500
B. . . .	47 500	25 000
C. . . .	57 500	26 000
D. . . .	51 000	34 000
E. . . .	51 500	25 000.

Die Untergrundsdüngung hat sonach die Erträge erhöht. Daß dies dem Einflusse der Düngung, nicht der Lockerung allein zugeschrieben werden kann, ergiebt sich aus dem Verhalten der Parzelle B, wo trotz mechanischer Lockerung des Untergrundes die Ertragssteigerung unbedeutend war.

Die Beobachtungen über die Ernährungsverhältnisse der Rüben zeigen, daß es eine unrichtige Ansicht ist, daß die Rüben in der ersten Zeit ihrer Vegetation oben, später unten sich ernähren, sie ernähren sich vielmehr während ihres ganzen Lebens aus der ganzen Tiefe des Bodens, welchen sie einnehmen, wenn sie nur überall Nahrung vorfinden, es würde sich an diesem Verhalten in Bezug auf Beanspruchung der oberen Erdschichten selbst dann Nichts ändern, wenn sie mit der Spitze meterweit in die Erde gedrungen wären. Kopfdüngungen kommen ja auch noch im spätesten Alter der Pflanzen zur Wirkung. Daß es für die Pflanze am besten ist, wenn der ganze Boden von oben bis unten gelockert und möglichst mit leicht aufnehmbaren Nährstoffen versehen ist, ist unbestreitbar, und man wird deshalb gegen das Prinzip der Untergrunds-

düngung auch keine Einwendungen erheben können. Eine andere Frage ist aber, wenn, wie es in der Praxis meist der Fall ist, nur beschränkte Düngermengen zur Verfügung stehen: Soll man diese möglichst tief unterbringen, beim Stallmist natürlich unter Berücksichtigung der durch die Bodenbeschaffenheit an sich schon nur innerhalb gewisser Grenzen zulässigen Tiefe?

Man möchte geneigt sein, aus den Versuchen von *Petermann* und *Wassage* zu entnehmen, es sei gut, den Dünger recht tief unterzubringen, da ja die seichtere Düngung weniger gewirkt hat. Indessen wäre dieser Schluß doch wohl unberechtigt, indem sich die Frage allgemein kaum entscheiden läßt. Es wird namentlich auf den Nährstoffreichthum des Bodens ankommen. Denken wir uns einen Boden, dessen Krume arm ist an Nährstoffen, auf diesem werde der Dünger auf etwa 20 cm Tiefe untergebracht, ohne gleichzeitig bis zu dieser Tiefe mit der Krume gemischt zu werden. Die Pflanzen wachsen zwar, wie erwähnt, rasch in die Tiefe, auf armem Boden aber kommen sie langsamer vorwärts, und ein Hauptumstand guten Rübenbaus, die rasche Kräftigung der jungen Pflänzchen, würde in Wegfall kommen. Dazu kommt, daß die in der oberen Bodenschichte herrschenden günstigsten Bedingungen für die Bewurzelung nicht entsprechend ausgenützt werden können. Ob das Vorhandensein von Nährstoffen in dem unteren, festeren Boden, der sich noch dazu über Sommer immer mehr verdichtet, eine entsprechend reiche Wurzelbildung trotz mangelhaften Luftzutritts hervorrufen kann, ist einstweilen fraglich. Ferner, wenn im Sommer Trockenheit herrscht, der Boden auf beträchtliche Tiefe ausgetrocknet ist, alsdann ein Regen fällt, der ja langsam in den Boden abwärts dringt, so werden wieder jene Pflanzen im Vortheil sein, bei welchen die oberen Wurzeln mit dem Wasser reichlich Nährstoffe aufnehmen können u. s. w. Es erwachsen wesentlich Bedenken, ob in einem nahrungsärmeren Boden der nämliche günstige Erfolg der tiefen Düngerunterbringung zu erzielen wäre wie in dem Boden von der Beschaffenheit, welchen vermuthlich *Petermann* und *Wassage* zu den Versuchen verwendeten. Einstweilen wird man es nach dem Verlauf der Bewurzelung für das Richtige halten müssen, wenn die Dünger auf mittlere Tiefe untergebracht und durch wiederholtes Pflügen oder Anwendung anderweitiger geeigneter Geräthschaften gehörig mit der Krume gemischt werden. Erst wenn eine gehörige Anreicherung der

Krume an Nährstoffen stattgefunden hat, wird man mit der allmählich vorzunehmenden Vertiefung der Krume auch die Dünger auf größere Tiefen vertheilen können, aber immer unter Beachtung des Umstandes, daß die Rübe bis zuletzt in der ganzen Längserstreckung der Pfahlwurzel Nährstoffe aufzunehmen vermag, und daß die Ausnützung der Nährstoffe in der oberen, etwa 20—25 cm tiefen Schichte am reichlichsten ist, weil hier in Folge besseren Luftzutritts die reichste Wurzelbildung stattfindet. Wie es scheint, erlangt erst bei höherem Kulturzustande, gleichzeitig mit einer Vertiefung der Krume, die Untergrundsdüngung ihre volle Bedeutung.

Metzger[1]) führt an: „Man hat vorgeschlagen, den Mist, außer wenn man recht viel davon hat, nicht über das ganze Feld zu streuen, sondern ihn unmittelbar unter den Erdstreifen zu bringen, auf welchen die Körner gesteckt werden. Allein einer früheren Erfahrung zu Folge kann ich nicht dazu rathen. Die Runkeln drangen mit ihrem Körper nicht weiter als auf die Mistlage vor, und statt der spindelförmigen Verlängerung der Pfahlwurzel bildete sich eine Menge unbedeutender Wurzeln, die den Mist durchstachen.“ Es würde sich hieraus die Verhinderung des Eindringens der Wurzeln in die Tiefe durch die Nährstoffvertheilung ergeben. Varietät ist keine genannt, es wäre möglich, daß bei rundlichen Varietäten ein solcher Effekt eintreten könnte, für die langen Varietäten möchte ich das bezweifeln, soweit nicht durch die Ackerungsweise bewirkte mechanische Widerstände bei der von *Metzger* erwähnten Erfahrung betheiligt waren.

Ganz seicht zu Rüben zu düngen, ist weder bei Stallmist noch bei Kunstdüngern am Platze. So gegebene Düngungen werden zwar auch einigermaßen wirken, wie ja auch die Versuche von *Petermann* und *Wassage* ergeben haben, aber die Wirkung solcher Düngung wird bei einiger Trockenheit unsicher. Man empfiehlt sogar den so leicht löslichen Chilisalpeter etwas tiefer unterzubringen in eine Erdschichte, welche weniger leicht austrocknet. Man behauptet, selbst bei Chilisalpeter bei tieferer Unterbringung bessere Erfolge erzielt zu haben als bei einfachem Ausstreuen und Untereggen.

Stutzer bemerkt, daß durch tieferes Unterbringen (flaches Unterpflügen) von Chilisalpeter der Vortheil erwachse, daß die Hauptwurzelmasse in

---

[1]) Landwirthschaftliche Pflanzenkunde I. p. 449.



eine tiefere Bodenschichte verlegt werde, in Folge dessen die Pflanzen eine größere Widerstandsfähigkeit gegen die Wirkung anhaltender Dürre erlangen. Es ist wohl richtig, daß Gegenwart von Nährstoffen die Bewurzelung in der betreffenden Bodenschichte — vermuthlich aber nur bei genügendem Luftzutritt — befördert. Indessen kann es sich bei der aufgeworfenen Frage immer nur um die Wurzeln in einer verhältnißmäßig geringen Tiefe handeln, welche bei der Wasserversorgung in anhaltend trockenen Perioden kaum eine Rolle spielen werden, und wenn auch in dieser durchdüngten Schichte die Wurzelmenge erhöht werden mag, so macht dies, gegenüber der Gesammtbewurzelung einer Rübenpflanze, nicht so viel aus, daß man von der Hauptwurzelmasse reden könnte.

Ob durch flachere Düngung in Folge besserer Ernährungsverhältnisse einzelne Wurzeln höher am Rübenkörper erstarken und dadurch die Rübenform beeinträchtigt wird, ist ganz zweifelhaft.[1]) Bei der gewöhnlichen Art, Rüben anzubauen, ist die Erde zwischen den Reihen so reichlich von allen Seiten her von Wurzeln durchzogen, daß höchstens ausnahmsweise eine einzelne bedenklich reichliche Nahrung finden möchte, wenn sie nicht schon vorher durch das wiederholte Hacken zerstört worden ist.

Die Art der Düngerunterbringung verdient eine weitere Verfolgung durch den Versuch, unter Berücksichtigung der verschiedenen Düngerarten und der mannigfachen Variationen, welche bei der Praxis der Rübenkultur auftreten und das Resultat beeinflussen können. Wie bemerklich der Einfluß der Art der Düngerunterbringung auf das Erträgniß einwirken kann, geht aus den zitirten Versuchen hervor, es handelt sich aber eben darum, den für die jeweiligen Verhältnisse zweckmäßigen Modus ausfindig zu machen.

C. Die Auswahl der Rübenvarietäten.

Während man beim Anbau von Kartoffeln, Getreide und anderen Pflanzen, auch von Zuckerrüben, sehr genau auf die richtigen Varietäten

[1]) *Corenwinder* beobachtete nämlich Folgendes. Junge Rüben wurden in einem Umkreise von 50—60 cm Durchmesser eingepflanzt und in dem Mittelpunkte dieses Kreises ein großes Stück Oelkuchen 2—3 cm tief in den Boden gedrückt. Nach einigen Monaten waren von mehreren Rüben dicke Seitenwurzeln in horizontaler Richtung gerade nach dem Oelkuchenstücke gewachsen und hatten dieses mit einem Geflecht feiner Wurzeln umstrickt.

achtet, ist dies bezüglich der Futterrüben viel weniger der Fall, auch sind die Eigenthümlichkeiten, Vor- und Nachtheile der verschiedenen Varietäten derselben viel weniger bekannt und beachtet. Und doch liegen aus der Praxis Erfahrungen genug vor, welche die Eigenthümlichkeiten verschiedener Varietäten auch der Futterrüben nachweisen und so die Bedeutung der Varietätenauswahl auch bei diesen Kulturgewächsen beleuchten. Die mitgetheilten Untersuchungen sind geeignet, verschiedene, in der Praxis gemachte Beobachtungen zu verstehen und für dieselben eine nähere Begründung zu liefern.

Wir haben gefunden, daß die einen Varietäten auch noch auf ganz flachen Böden normale Rüben geben, während andere unter gleichen Verhältnissen eine schlecht verwerthbare Form annehmen. Ferner konnte verfolgt werden, in wiefern das Verhalten gegen Verpflanzung ein abweichendes ist. Es zeigte sich klar, daß die Auswahl der Rübenvarietät nicht allein nach Klima und Boden sich zu richten hat, sondern auch nach dem beabsichtigten Kulturverfahren. Bei vergleichenden Anbauversuchen hat man hierauf Rücksicht zu nehmen, indem es z. B. sehr wohl möglich ist, daß mehrere in Vergleichung auf dem nämlichen Boden gebaute Varietäten bei tiefgründigerem Boden eine andere Reihenfolge des Werthes einnehmen als bei flacherem, bei Saat eine andere als bei Pflanzung. Die vergleichenden Anbauversuche müssen daher auf verschiedene Kulturmethoden ausgedehnt und für jede derselben die Stufenleiter der Ertragsfähigkeit ausfindig gemacht werden, jedenfalls darf von dem Ertragsverhältniß bei der einen Kulturweise nicht ohne Weiteres auf das bei einer anderen geschlossen werden.

Als Hauptumstand, von welchem die Verwendbarkeit der Varietäten für tieferen und seichteren Boden, Saat und Pflanzung, abhängt, hat sich die verschiedene Wachsthumsweise und ihre Reaktion bei Störungen der Pfahlwurzel herausgestellt: je länger die Rübe zu werden trachtet, desto mehr beansprucht sie tiefen Boden und Saat, während die rundlichen Varietäten sich auch seichterem Boden und dem Pflanzverfahren zu akkomodiren vermögen.

Es ist daher schwer zu verstehen, wenn *W. Hamm*[1]) sagt: „Die langen, rothen, weit über die Erde wachsenden haben den Vortheil, auf

---

[1]) Grundzüge der Landwirthschaft Bd. II.



flachgründigem Boden noch am besten zu gedeihen". Ebenso äußert *Werner*[1]): „Die weit aus dem Boden wachsenden Sorten sind auf flachgründigem Boden nur zu empfehlen, indem sie nicht in den Boden dringen". Wir wissen aber, daß die Pfahlwurzel erst im Boden war und sich erst in dem Maße ihrer Verdickung herausschiebt, so daß diese Varietäten, um vollkommen zu werden, erst recht einen tiefen Boden verlangen. Dagegen sagt *Langethal*[2]) richtig, daß die großen, langen Varietäten nur auf Aeckern mit Vortheil gebaut werden, welche recht tief gepflügt worden sind; in weniger tiefer Krume komme man mit rundlichen Varietäten besser weg. Die Bemerkungen von *Thaer*[3]), daß auf seichtem Boden die herauswachsenden Varietäten besser und einträglicher seien, auf tiefem die nicht herauswachsenden, läßt sich in dieser Allgemeinheit nicht aufrecht erhalten, da unter den „Herauswachsenden" selbst wieder große Verschiedenheiten bestehen, wie der Vergleich zwischen rundlicher Leutewitzer und der langen, rothen gezeigt hat; beide „wachsen heraus", aber nur die erstere ist auch mit einem weniger tiefen Boden zufrieden.

In Bezug auf das Verhalten gegen Verpflanzung findet man in praktischen Schriften mehrfach und ganz in Uebereinstimmung mit diesen Untersuchungen erwähnt, daß die langen Formen sich zum Pflanzen nur wenig eignen, während die rundlichen das Verpflanzen vorzüglich vertragen. Diese auf der verschiedenen Wachsthumsweise beruhenden Eigenthümlichkeiten wurden ja bereits besprochen, hier muß nur noch daran erinnert werden, daß die Gestaltung der Rüben der Setzpflanzen auch vom Boden abhängt, indem es auf recht lockerem Boden selbst den langen Formen möglich werden kann, eine ganz normale Form zu bekommen, während bei ungünstigen Bodenverhältnissen die Abnormitäten um so häufiger und unangenehmer werden können (Tafel III, Fig. 8, Tafel VI, Fig. 11, 13).

Dael von Koeth hat von Setzpflanzen folgende Erträge erzielt:[4])

Erntegewicht von 77 Pflanzen in kg:

Oberndorfer.	Ovoides des Barres.	Neue goldgelbe Walzenrübe.	Riesenmangold.	Riesenmammuth.
199,5.	185.	163,5.	157.	144.

[1]) Handbuch des Futterbaues, p. 761.
[2]) Landwirthschaftliche Pflanzenkunde 1874.
[3]) Grundsätze der rationellen Landwirthschaft 1880, p. 942.
[4]) Die landwirthschaftlichen Versuchsstationen 1883, XXVIII. p. 351.

Die Erträge waren also im Allgemeinen um so geringer, je länger gestreckt die Rübenform ist. Es wäre interessant zu wissen, ob die Reihenfolge bei Saat die nämliche gewesen wäre. Eigenthümlicher Weise sagt Verfasser im Widerspruch zu allen anderweitigen Erfahrungen, die Oberndorfer sei zum Verpflanzen weniger gut, weil sie wegen ihrer wenigen Faserwurzeln nicht leicht anwachse, während sich gerade z. B. die Riesenmammuth ganz wohl zum Versetzen eigne wegen der vielen Wurzeln. Aber thatsächlich hat ja die Oberndorfer die höchsten, die Mammuth die geringsten Erträge gegeben. Was es mit der Vermehrung der Wurzeln durch das Verpflanzen bei den langen Formen für eine Bewandtniß hat, braucht nicht mehr erörtert zu werden. Daß die Oberndorfer „wegen der wenigen Fasern“ nicht leicht anwachse, ist entschieden unrichtig, die Setzlinge entwickeln eine reichliche Menge von Wurzeln aus dem Pfahlwurzelstück. Es handelt sich außerdem bei der Frage nicht allein um die Zahl der Wurzeln, sondern auch darum, was später hieraus wird, und wie hierdurch die Gestaltung der Rübe beeinflußt wird.

Mit der Einsicht in die Wichtigkeit der Rübenform für das Verhalten der Rübenvarietäten gegen Boden und Kulturverfahren erhalten wir zugleich den Hinweis darauf, daß es sehr wichtig ist, auch bei den Futterrüben nur Individuen auf dem Felde zu haben, welche den Typus, durch den eine Varietät für bestimmte Zwecke brauchbar wird, in ihrer Wachsthumsweise auch vollkommen vertreten, nicht aber nach dieser oder jener Richtung abweichen und weder zum rundlichen, noch zum langen Typus gehören (Tafel IX, Fig. 6, 7, 8). Wenn solche individuelle Abweichungen bei einer an sich werthvollen Varietät häufiger auftreten, so wird der spezielle Werth der Varietät bedeutenden Eintrag erleiden, z. B. die Oberndorfer u. Leutewitzer, welche ihrem Typus nach zum Verpflanzen vorzüglich sind, werden sich eben durch eine größere Zahl solcher Abweichungen nach dem Durchschnittserträgniß ähnlich verhalten wie andere, zum Pflanzverfahren überhaupt weniger geeignete Varietäten. Man muß auch bei der Samengewinnung der Futterrüben die strengste Auswahl der Samenrüben vornehmen, um den Typus in möglichster Konstanz, bei möglichst vielen Individuen zu erhalten und, wenn man einmal weiß, worauf es ankommt, den Typus durch Auswahl der zweckentsprechendsten Formen noch weiter zu vervollkommnen.

Die Untersuchung über die Abhängigkeit des ganzen Verhaltens der

Rübenvarietäten zu Boden und Kulturweise giebt demnach werthvolle Fingerzeige bei der Erziehung von Varietäten, welche bestimmten Boden- und Kulturverhältnissen am besten entsprechen. Ich bezweifle nicht, daß sich in dieser Richtung noch manche Vervollkommnungen herbeiführen und den jeweiligen Verhältnissen noch besser als die zur Zeit vorhandenen Varietäten entsprechende Typen züchten lassen.

D. Saat und Pflanzung.

Es liegt nicht in meiner Absicht, und würde auch dem Zwecke dieser Abhandlung nicht entsprechen, eine ausführliche Darstellung der beiderlei Kulturverfahren zu liefern und sie nach Vorzügen und Nachtheilen gegen einander abzuwägen [1]). Dagegen geben die in der Litteratur vorliegenden Angaben über die Wurzelverbreitung der Setzlinge zu einigen Bemerkungen Veranlassung.

Vielfach wird die Ansicht vertreten, daß die Setzpflanzen seichter wurzeln als die Samenpflanzen und daß sie deshalb stärker von Trockenheit leiden. Sehr oft wird behauptet, daß die verpflanzten Rüben weniger Nahrung aus der Tiefe entnehmen, sondern durch die erhaltenen Seitenwurzeln mehr aus der oberen Krume. *H. de Vries* behauptet sogar, daß das neue Wurzelsystem der Setzpflanzen in jeder Hinsicht viel kleiner und schwächer sei als das normale vor dem Verpflanzen.

Die Untersuchungen haben ergeben, daß die Setzlinge, wenn sie so sind, wie sie sein sollen, d. h. recht kräftig, in erstaunlicher Raschheit die Verluste an Seitenwurzeln wieder ersetzen, nicht allein was die feinen Fasern, sondern auch was die stärkeren Wurzeln betrifft, ja die letzteren entstehen ohnehin vielfach in einer lästigen Anzahl, wodurch der Abfall der Pflanzrüben sich steigert. Sie durchdringen sehr rasch die ganze Bodentiefe, in welcher sich auch bei Samenpflanzen die meisten Wurzeln verbreiten. Anstatt daß die Bewurzelung abgenommen hätte, hat sie vielmehr in dieser Bodentiefe zugenommen, so daß sich die Rüben verhalten wie eben viele andere Pflanzen auch, welche behufs Vermehrung der Bewurzelung verpflanzt werden.

In den metertiefen Holzkästen haben bestimmt die Wurzeln der Setzpflanzen in verhältnißmäßig kurzer Zeit die ganze Erde durchwachsen

[1]) Vergl. die Ausführungen in *Wollny*, Saat und Pflege der landwirthschaftlichen Kulturpflanzen, p. 593 ff.



und sind ebensotief eingedrungen, wie jene der Samenpflanzen. Ob es ihnen auch bei härterem Untergrunde ebenso gelungen wäre, konnte nicht entschieden werden. Es wäre wohl möglich, daß die Beseitigung der Pfahlwurzel es nicht dazu kommen läßt, daß die Wurzeln der Setzpflanzen in den härteren Boden ebenso tief eindringen, nachdem sich in dem festeren Boden das Vordringen erheblich verlangsamen wird. Jedenfalls kommt bei dem Verhalten der Setzpflanzen hinsichtlich des Tiefgangs der Ersatzwurzeln die Beschaffenheit des Bodens und die Eigenthümlichkeit der Varietäten zur Geltung. Eine Varietät, welche das Bestreben hat, eine energisch wachsende Pfahlwurzel zu entwickeln, äußert dies Bestreben auch bei den Ersatzwurzeln, wie sich deutlich bei der Zuckerrübe gezeigt hat. Dieser wird das Bestreben, in die Tiefe vorzudringen, durch das Verpflanzen nicht genommen, außer wenn vielleicht die Setzlinge schon beträchtlich alt sind. Bei den „herauswachsenden" Varietäten reißt die Pfahlwurzel ohnehin ab, bei den langwurzeligen Formen freilich meist erst in beträchtlicher Tiefe, bei den runden aber oft ziemlich seicht, so daß alsdann der Unterschied in der Wurzelverbreitung gegenüber den Setzpflanzen ohnehin sich vermindert.

Wenn sich erfahrungsgemäß die Setzpflanzen gegen Trockenheit öfter empfindlicher zeigen als die Samenpflanzen, so wird dies nicht davon rühren, daß die Wurzelverbreitung etwa nur auf die oberste Region des Bodens sich beschränkt, sondern davon, daß der Zeitraum, in welchem die Wurzelverbreitung in die Tiefe nachgeholt werden muß, oft in trockene Perioden fällt, wo die oberen Schichten schon wasserärmer sind, während die Samenpflanzen zur nämlichen Zeit bereits in größerer Bodentiefe sich befinden. Je tiefer der Boden gelockert ist, um so rascher werden die Setzpflanzen den Samenpflanzen nachkommen können, der Unterschied der beiderlei Kulturverfahren wird sich vermindern, während bei seichter Krume und festem Untergrund die Setzpflanzen weiter zurückbleiben werden. Die Beschaffenheit des Bodens äußert sich demnach nicht allein insofern beim Pflanzverfahren, als, wie früher bemerkt, selbst bei langrübigen Formen die Wiederherstellung der normalen Form mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat, wenn der Boden recht mürb und tief gelockert ist, sondern Hand in Hand hiermit geht auch das sonstige Verhalten der Setzrüben in Bezug auf Ausgiebigkeit und Raschheit des Vordringens der Ersatzwurzeln in beträchtlichere Bodentiefen.

Die konstatirte Vermehrung der Bewurzelung durch das Versetzen legt den Gedanken nahe, ob es nicht möglich wäre, die nämlichen Vortheile auch bei Rüben durch das Versetzen hervorzurufen wie bei anderen Pflanzen, nämlich höhere Erträge zu erzielen. Dieser Gedanke ist wenigstens bei solchen Varietäten berechtigt, welche durch die Beschädigung der Pfahlwurzel keine Vergabelung erfahren und auch sonst keine empfindliche Abweichung der normalen Rübenform erleiden. Bekanntlich bleiben die Setzpflanzen im Ertrage meist hinter den Samenpflanzen zurück, was als Folge der Wachsthumsstörung bezeichnet werden muß, indem immerhin Wochen verstreichen können, bis der Schaden reparirt ist, während inzwischen die Samenpflanzen weiter wachsen konnten. Es würde sich also darum handeln, durch recht frühe Erziehung der Setzpflanzen die Verzögerung durch das Verpflanzen auszugleichen und zugleich durch frühes Pflanzen bei noch reichlicher Bodenfeuchtigkeit den Setzlingen Gelegenheit zu bieten, rasch wieder anzuwurzeln. Hierdurch könnten von dem Verpflanzen statt geringerer höhere Erträge erwartet werden, nicht allein in rauhen Gegenden, wo die Saat auf den Acker erst spät geschehen kann, sondern auch in milderen Lagen, wo die rechtzeitige Saat auf den Acker ausführbar ist.

Es müssen daher die Bestrebungen Interesse erregen, durch recht frühe Saat auf Saatbeeten einen solchen Vorsprung der Setzpflanzen zu erzielen, daß trotz der vorübergehenden Hemmung des Wachsthums die gleich auf dem Acker gemachten Saaten zurückbleiben. Solche Bestrebungen liegen mehrfach vor.

Fühling berichtet[1]) von Versuchen *Köchlin*'s: derselbe säte Samen der gelben Kugelrunkel nicht in Gartenbeete, sondern in Mistbeete im Januar und Anfang Februar. Die Pflanzen waren bereits im April zum Verpflanzen geeignet und gaben ganz kolossale Erträge.

O. Lehmann[2]) erhielt folgende Erträge:

	Vegetationszeit.	Rüben. kg.	Blättter. kg.	Zusammen. kg.
Kerne am 19. Februar im Frühbeet ausgelegt, Pflanzen am 8. Mai aufs Feld gesetzt	266	63 955	15 591	79 546

[1]) Der praktische Rübenbauer, p. 68.
[2]) *Werner*, Handbuch des Futterbaues, p. 762.

	Vegetations-zeit.	Rüben. kg.	Blätter. kg	Zusammen. kg.
Kerne am 8. Mai auf dem Felde ausgesät	188	29 045	10 909	39 954.

Gasparin erntete von im Frühbeet erzogenen Runkeln 110 000, durch Aussaat 20 000 kg pro ha[1]).

In Südfrankreich sollen die Rüben schon im Dezember in Mistbeete gesät, im März ins freie Land gesetzt und hierdurch der vierfache Ertrag erzielt werden.

Das Pflanzverfahren in obiger Weise durchgeführt, wäre sonach nicht etwa allein ein Nothbehelf der Rübenkultur bei ungünstigen, klimatischen Verhältnissen, verunkrautetem Boden u. s. w., sondern ein wesentliches Förderungsmittel zur Erzielung höherer Erträge in Folge verlängerter Vegetationszeit und vermehrter Wurzelbildung. Das Pflanzverfahren müßte gerade in milderen Gegenden, wo man die direkte Saat auf den Acker für das beste hält, die besten Erfolge geben, weil hier die Aussaat in die Beete und die Pflanzung auf den Acker am frühesten geschehen könnte. Die Untersuchung des Verhaltens der Bewurzelung lehrt freilich, daß man nicht alle Varietäten hierzu brauchen kann, sondern nur jene, welche sich nicht vergabeln und zwar mehr Abfall in den Seitenwurzeln geben, aber diesen voraussichtlich durch sehr viel höhere Erträge an Rüben weitaus ausgleichen würden. Ferner müßte man bei der Anzucht rationell verfahren, d. h. nicht so, daß die Pflänzchen in ganz künstlichen Verhältnissen aufwachsen, hierdurch verzärtelt werden und nachher auf dem Acker hinter den, wenn auch erst viel später direkt auf den Acker gesäten Pflanzen zurückbleiben.

E. Eben- und Kammbau.

Auch zur Beurtheilung dieser Verfahren liefern unsere Untersuchungen einen Beitrag.

Nehmen wir an, es seien Kämme von 10 cm Höhe auf dem vorher gut geackerten Felde aufgeworfen und in diese die Rübenkerne gelegt worden. Hierdurch ist die für die Bewurzelung disponible lockere Bodenfläche natürlich um 10 cm erhöht. Wenn die hauptsächliche Bewurzelung

[1]) Als Erträge der Futterrunkel giebt *Krafft* an (Kalender von Mentzel und Lengerke 1888) pro ha Wurzeln 30000—35000—60000 kg.



bei ebener Kultur 25 cm tief sich verbreitete, so sind jetzt 35 cm hierfür verfügbar; denn, wie bemerkt, breitet sich die Bewurzelung sofort mit der Vertiefung des Bodens tiefer aus. Region I der feinen Wurzeln wird jetzt wohl tiefer abwärts reichen, auch Region II kann ihre Verzweigungen vermehren. Wir erhalten als Vortheile der Kammkultur: bessere Ernährung, Beibehaltung der Lockerheit, geringere Gefahr des Ueberwucherns von Unkraut u. s. w. Der Möglichkeit, daß durch Abrutschen der Erde die Rüben entblößt werden, kann wohl durch die Form der Kämme und leichtes Emporhäufeln entgegengewirkt werden.

Die Vorzüge des Kammbaus sind für feuchte Lagen, bindige Böden, seichtkrumige Aecker im Allgemeinen anerkannt, für Böden von geringerem wasserhaltenden Vermögen scheint die größere Gefahr des Austrocknens der Kämme entgegenzustehen. Wenn auch für die Böden der ersterwähnten Art der Kammbau die größere Wichtigkeit hat, so ist doch wohl möglich, daß auch bei den übrigen Böden, recht leichte vielleicht ausgenommen, der Kammbau dem Ebenbau vorzuziehen ist, besonders da ja die Form und Höhe der Kämme verschieden gemacht werden kann. Auf recht leicht austrocknenden Böden und Lagen und in trocknen Jahren mag ja wohl das Austrocknen der Kämme nachtheilig wirken, im Uebrigen ist aber zweifelhaft, ob die Austrocknung bei mittleren Böden sich so schädlich bemerkbar machen kann, daß die sonstigen der Ernährung günstigen Verhältnisse dadurch verschwinden. Denn im Kamme befinden sich zwar viele Wurzeln, viele aber auch tiefer, und bei dem Kammbau in Folge der tieferen Krume reichlicher als beim Ebenbau. Es ist kaum zu bezweifeln, daß es vortheilhafter für die Rüben ist, wenn in Perioden der Trockenheit die unteren Wurzeln sich in den günstigen Ernährungsverhältnissen des Kammbaues befinden, anstatt daß sie, wie beim Ebenbau, wo zur Zeit der Trockenheit die Ernährung ja ebenfalls auf die tieferen Bodenschichten beschränkt ist, die Nahrung aus festeren und nahrungsärmeren Bodenschichten beziehen müssen. Es ist wohl möglich, daß die stärkere Bewurzelung und bessere Ernährung in der lockeren Schichte unterhalb des Erdkamms die allenfallsige Unthätigkeit der Wurzeln im Erdkamme selbst überwiegt. Der Kammbau scheint daher weit mehr Vorzüge zu besitzen, als man gewöhnlich annimmt und auch da erhebliche Vortheile zu bieten, wo man zufolge der Austrocknungsgefahr den Ebenbau vorziehen möchte.

Genauere Versuche sind von *Wollny*[1]) angestellt, resp. am angegebenen Orte mitgetheilt. Die Kammkultur gab, trockene Jahre ausgenommen, die höheren Erträge. *Marek* erzielte bei Kammsaat Rüben von höherem Zuckergehalt und werthvollere Ernten als bei der Flachsaat.

Der Kammbau verdient gewiß eine besondere Beachtung und weitere Verfolgung durch den Versuch, namentlich wird man auf die den Verhältnissen entsprechende Höhe und Form der Kämme hierbei zu achten haben.

Erklärung der Abbildungen.

Die den Figuren beigesetzten Zahlen bedeuten Zentimeter.

Tafel I. Klein-Wanzlebener Zuckerrübe. Samenpflanzen aus den metertiefen Kästen (Wachsthum in recht tief gelockertem Boden).

Das Exemplar Fig. 1 wurde bloß gelegt am 27. Juni, Fig. 2 am 2. August. — Länge der Region I bei Fig. 1 35, Fig. 2 38,8 cm; Länge der Region II (so weit ausgegraben) 16 resp. 32 cm. — Fig 3 Spitze einer Wurzel.

Tafel II. Klein-Wanzlebener Zuckerrübe. Samenpflanzen aus dem gewöhnlichen, 25 cm tief gegrabenen Versuchsfeldboden. — a ältere, b jüngere Zustände.

Tafel III. Klein-Wanzlebener Zuckerrübe. — Fig. 1 bis 7. Samenpflanzen bei mangelhaftem Untergrund. Fig. 8 bis 15 Setzpflanzen.

Tafel IV. Entwickelung von Samenpflanzen in seichter Krume. Die Erde wurde auf etwa 12 cm Tiefe abgehoben, der Boden fest zusammengestampft, dann die lockere Erde wieder darüber gebreitet.

Fig. 2 bis 5 Klein-Wanzlebener.

Fig. 6 bis 12 Lange, rothe.

Fig. 13 bis 15 Leutewitzer.

Fig. 1. Klein-Wanzlebener Samenpflanze, in einem nur 12 cm tiefen Kasten erzogen. Die Pfahlwurzel läuft auf dem Kastenboden fort.

Tafel V. Lange, rothe, aus der Erde wachsende Futterrübe. Samenpflanzen verschiedener Entwickelungsstufen.

Tafel VI. Die nämliche Varietät. — Fig. 1 bis 10 abnorme Formen bei Samenpflanzen. Fig. 11 bis 20 Setzpflanzen.

Tafel VII. Leutewitzer Futterrunkel. Samenpflanzen.

Tafel VIII. Dieselbe Varietät. — Fig. 1 bis 4 Samenpflanzen. Fig. 5 bis 11 Setzpflanzen. Fig. 5 wurde mit krummer Wurzel eingepflanzt.

---

[1]) Saat und Pflege, p. 794.



Tafel IX. **Fig. 1 bis 4 frühe Stadien.**

Fig. 5. Klein-Wanzlebener Rübe, Ende August aus der Erde genommen. Durch die neuen Wurzeln wird ein Erdklumpen an der Rübe festgehalten.

Fig. 6, 7, 8. Abweichungen im Verdickungstypus bei Individuen der Leutewitzer Varietät.

Fig. 9. Verdickungsform der Klein-Wanzlebener, **Fig. 10** der langen, rothen Rübe.

Fig. 11 bis 13 Rettig.

Fig. 14 bis 16 Weißrübe.

Neue Litteratur.

H. Vöchting. **Ueber den Einfluß der strahlenden Wärme auf die Blüthenentfaltung der Magnolia.** Berichte der D. bot. Ges. Bd. VI. Heft 4. S. 167—178.

Verf. beobachtete, daß die Blüthenknospen mehrerer Magnoliaarten im Frühjahr, kurz vor der Entfaltung, das Bestreben haben, bei einseitig einfallender Besonnung nach der Schattenseite sich zu krümmen. Als Hülsen aus schwarzem Papier über die noch geraden Knospen geschoben wurden, trat die Krümmung von der wärmeren Seite hinweg ein. Um zu entscheiden, ob die Krümmung durch Wärmestrahlung oder -Leitung oder durch beide bewirkt würde, wurden mit Lösungen von Jod in Schwefelkohlenstoff gefüllte Flaschen vor den noch geraden Knospen aufgestellt. Die Lösungen ließen keine leuchtenden Strahlen durch. Die Krümmungen wurden auch hinter den Flaschen mehr oder weniger deutlich ausgeführt. Es sind somit die dunklen Wärmestrahlen, welche die Krümmung hervorrufen.

Um die Art und Weise der Wirkung der Wärmestrahlung zu ermitteln, wurden Temperaturmessungen vorgenommen. Es zeigte sich, daß die Wärmestrahlen, welche auf die noch ganz oder theilweise von Scheiden umhüllten Knospen fallen, in diesen eine Temperatur entwickeln, welche, soweit beobachtet, im Maximum auf 29° C. stieg. Bei der Hervorbringung dieser Temperatur spielt die behaarte dunkle Spatha eine wichtige Rolle, es nimmt innerhalb derselben in der Knospe die Temperatur von der strahlenden Seite nach der gegenüberliegenden ab. Die Verhältnisse gestalten sich demnach so, daß die auf der ersteren gelegenen Knospenorgane einer dem Optimum näher liegenden Temperatur ausgesetzt sind als die, welche die entgegengesetzte Seite einnehmen; daher das stärkere Wachsthum der bestrahlten Knospenhälfte und die Krümmung der Knospe von Süd nach Nord. Es würde sich also bei dieser Erscheinung um die Menge, nicht um die Richtung der Wärmestrahlen handeln. *C. K.*

***A. Wieler.* Ueber den Antheil des sekundären Holzes der dikotyledonen Gewächse an der Saftleitung und über die Bedeutung der Anastomosen für die Wasserversorgung der transpirirenden Flächen.** *Pringsheim*'s Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. XIX. Heft 1. S. 82—173.

I. Ueber die ungleiche Leitungsfähigkeit des Splintholzes.

Um die leitenden Schichten ausfindig zu machen, wurden Farbstofflösungen in die abgeschnittenen Zweige gepreßt. Als solche kam wässrige Fuchsinlösung in Anwendung. Nachher wurden die Zweige in Stücke zerlegt und mikroskopisch auf die Verbreitung des Farbstoffs untersucht.

Bei allen Spezies, vielleicht mit Ausnahme von Aesculus, leitete nur ein Theil des Splintholzes, am besten der letzte Jahrring. Die Zahl der leitenden Ringe betrug nur 1—2 (bei Tilia, Robinia, Sambucus, Quercus, Gleditschia), 2—3 (bei Iuglans, Acer), 3—4 (bei Fraxinus, Taxus); bei Aesculus 7.

In weiteren Versuchen ließ Verf. die Farbstofflösung (Methylenblau) durch Transpiration aufsteigen. Auch nach diesen Versuchen leitet nur ein Theil des Splintholzes; der Antheil der leitenden Ringe wird zentripetal geringer.

II. Ueber die verminderte Filtrationsfähigkeit abgeschnittener, in Wasser gestellter Zweige.

Dieselbe beruht nach Verf. darauf, daß in kurzer Zeit Gefäßverstopfungen eintreten, die Verstopfungsmasse scheint vorwiegend Schutzholzgummi zu sein, wenn auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, daß Thyllen den Verschluß bewirken. Die Entstehung der Verstopfungsmassen müßte aber sehr schnell und plötzlich vor sich gehen, da sie in den kurze Zeit dauernden Druckversuchen in großer Menge auftreten.

III. Die Gefäßbündel, die Gefäße in denselben und im sekundären Holz leiten ungleich.

Während Unterschiede in der Leitungsfähigkeit des Herbst- und Frühlingsholzes nicht festzustellen waren, ließen sich in den leitenden Ringen selbst bedeutende Verschiedenheiten wahrnehmen. Nach aufwärts zu wird die Kontinuität der gefärbten Ringe zerrissen, sie zerfallen in größere, dann immer kleinere Abschnitte, schließlich treten nur mehr Gruppen von gefärbten Gefäßen und einzelne gefärbte Gefäße auf.

IV. Aufnahme von Methylenblau und Fuchsin durch die Wurzeln lebender Pflanzen.

Verf. ließ Pflanzen von Zea, Phaseolus, Vicia, Ricinus, Helianthus, Impatiens Balsamina in stark verdünnter Lösung von Methylenblau (1 : 100000) wachsen. Dasselbe wurde aufgenommen (weniger das Fuchsin). Die Färbung tritt zuerst in den jüngsten Wurzeln auf und steigt im Stamme allmählich aufwärts. Zunächst werden die Gefäße gefärbt, dann die angrenzenden Elementarorgane des Holzes, zuletzt der Hartbast. Während in den höchsten Stammtheilen vielleicht nur die Gefäße gefärbt sind, ist unten alles verholzte Gewebe gefärbt.

Nicht in allen Gefäßbündeln geschieht das Vorrücken der Färbung gleich schnell; nach Verf. rührt dies davon, daß die einzelnen Blattpartien ungleiche Mengen Wasser aufsaugen resp. verdunsten.

V. Ueber die Bedeutung des Gefäßbündelverlaufs und der Anastomosen für die Wasserversorgung.

Verschiedene Blätter transpiriren nicht nur ungleich, sondern die Wirkung dieser Verschiedenheit äußert sich auch in einer ungleichen Leitung der Gefäßbündel. Läßt man durch die Stiele der Blätter Methylenblau aufsteigen, so bemerkt man, daß sich zuerst die großen Nerven färben, von diesen aus verbreitet sich die Färbung durch alle Ordnungen der Verzweigung des Nervensystems bis in die feinsten Ausläufer hinein. Sobald ein Blatt nicht gleichmäßig transpirirt, findet diese regelmäßige Vertheilung des Farbstoffs nicht statt. Die Ungleichheiten in der Leitung werden weder durch die Anastomosen, noch durch die Art und Weise des Gefäßbündelverlaufs ausgeglichen, was darauf hindeutet, daß es sich bei den Vereinigungen der Gefäßbündel nicht um wirkliche Verschmelzungen handelt. Erst wenn die normalen Leitungsbahnen von Blatttheilen unterbrochen werden, findet eine lebhaftere Bewegung durch die Anastomosen hindurch statt.

C. K.

***L. Dufour.* Einfluß des Lichtes auf die Form und Struktur der Blätter.** Ann. des sc. nat. Botanique. Sér. VII. T. V. 1887. p. 311—413. — Botan. Zentralblatt von *O. Uhlworm.* Bd. XXXIII. 1888. S. 134.

Um über den Einfluß des Lichtes auf die äußere Gestalt und den anatomischen Bau der Blätter Aufschluß zu erlangen, hat Verf. verschiedene Pflanzen, die sich im Uebrigen unter möglichst gleichen Bedingungen befanden, theils im direkten Sonnenlichte, theils unter einem geeigneten Schutzdach gegen direkte Sonnenstrahlen wachsen lassen. Außerdem hat er auch einfach Pflanzen, die verschiedenen Standorten entnommen waren, untersucht. Natürlich kommen bei diesen neben den ungleichen Beleuchtungsverhältnissen stets auch noch verschiedene andere Faktoren mit in Frage. Auch aus den erstgenannten Versuchen des Verf. läßt sich aber natürlich ebenfalls nicht entnehmen, ob das Licht einen direkten Einfluß auf das Wachsthum ausübt, oder ob die beobachteten Erscheinungen sämmtlich nur durch die mit dem Wechsel der Beleuchtungsintensität wechselnde Ausgiebigkeit der Assimilation bewirkt werden.

Nachdem nun Verf. die einschlägige Litteratur besprochen, behandelt er im ersten Theil seiner Arbeit den Einfluß des Lichtes auf die äußere Gestaltung der Pflanzen. Er beobachtete in dieser Hinsicht, daß die dem vollen Sonnenlichte ausgesetzten Pflanzen sich in allen ihren Theilen kräftiger entwickeln. Was speziell die Blätter anlangt, so führten zahlreiche Messungen des Verf. zu dem Resultate, daß dieselben im direkten Sonnenlichte sowohl einen größeren Umfang als auch eine größere Dicke erlangen. Die abweichenden Beobachtungen von *Stahl*, nach denen die Blätter verschiedener Pflanzen bei starker Beleuchtung einen kleineren Umfang zeigen sollen, erklärt Verf. durch die mit der starken Beleuchtung verbundene Trockenheit. Verf. konnte in der That durch Versuche nachweisen, daß die Größe der Blätter mit der Feuchtigkeit des Bodens zunimmt.

Im zweiten Theil behandelt Verf. sodann den anatomischen Bau der bei verschiedener Beleuchtung erwachsenen Blätter, und zwar ist das erste Kapitel desselben der Epidermis gewidmet. Von dieser bespricht Verf. zunächst die Spaltöffnungen, deren Zahl nach seinen Beobachtungen mit der Intensität der Beleuchtung bedeutend zunehmen soll. Verf. fand bereits zum Theil nicht unerhebliche Verschiedenheiten, als er an Pflanzen derselben Art, die aber von verschiedenen Standorten stammten, die auf die gleiche Flächeneinheit kommende Anzahl der Spaltöffnungen feststellte. Doch verhielten sich in dieser Beziehung die verchiedenen Pflanzen sehr verschieden und bei etwa der Hälfte derselben ließen sich nur unbeträchtliche, zum Theil sogar in die entgegengesetzte Richtung fallende Unterschiede nachweisen. Dahingegen ergaben sich größere Differenzen zwischen den stark und schwach beleuchteten Blättern, als Verf. ausgewachsene Blätter von Pflanzen, die sonst unter möglichst gleichmäßigen Bedingungen erwachsen waren, untersuchte. Es zeigten hier stets die im direkten Sonnenlichte erwachsenen Pflanzen eine größere Anzahl von Spaltöffnungen und zwar war dieser Unterschied bei der direkt beleuchteten Oberseite meist größer, als bei der Unterseite der Blätter.

Bezüglich der übrigen Epidermiszellen beobachtete Verf. sodann, daß die Wände derselben einen um so stärker gewellten Verlauf zeigten, je schwächer die Beleuchtung war; zeigen doch auch die Epidermiszellen der Blattoberseite bei vielen Pflanzen weniger gekrümmte Wände, als die der Blattunterseite. Außerdem soll nach den Messungen des Verf. die Ausdehnung der Epidermiszellen sowohl parallel als auch senkrecht zur Oberfläche des Blattes mit der Stärke der Beleuchtung zunehmen. Dasselbe gilt endlich auch von der Dicke der Außen- und Seitenwände der Epidermiszellen.

Hinsichtlich des sodann besprochenen Mesophylls bestätigt Verf. im Wesentlichen die Angaben von *Pick* und *Stahl*, nach denen das Pallisadenparenchym in solchen Blättern, die direktem Sonnenlichte ausgesetzt waren, eine bedeutend stärkere Ausbildung erfährt als bei solchen, die im Schatten zur Entwickelung gelangt sind. Ebenso verhalten sich, wie ebenfalls bereits von *Pick* nachgewiesen wurde, die Stengel armlaubiger Pflanzen.

Außer dem Pallisadenparenchym sollen nun ferner auch die Gefäßbündel und die mechanisch wirksamen Elemente bei intensiverer Beleuchtung eine bedeutend stärkere Entwickelung erfahren; geringere Unterschiede zeigten die Sekretbehälter, die Verf. ebenfalls an einigen Beispielen untersucht hat.

Schließlich macht Verf. noch einige Angaben über die Ausgiebigkeit der Bildung von Chlorophyll, Stärke und Calciumoxalat; es soll diese ebenfalls im Allgemeinen mit der Stärke der Beleuchtung zunehmen. Auch über das Auftreten eines rothen Farbstoffs in den Blättern macht Verf. einige Angaben, nach denen sich derselbe, wie übrigens längst bekannt, nur bei intensiver Beleuchtung bildet.

***J. Peyrou.* Ueber die stündlichen Schwankungen der Chlorophyllthätigkeit.** Comptes rendus. 1887. T. CV. p. 385. — Naturw. Rundschau. 1887. Nr. 43. S. 380.

Die Untersuchung des Assimilationsprozesses an beblätterten Zweigen auf ihren Stengeln bot stets große Schwierigkeiten, und die Apparate, welche für

diesen Zweck angegeben und benutzt sind, lassen noch viel zu wünschen übrig. Verf. hat eine Vorrichtung ersonnen, welche die vollkommenste Isolirung des zu untersuchenden Pflanzentheils gestattet, ohne daß dieser in irgend einer Weise belästigt würde, ferner die genaue Dosirung des Gases, welches die Pflanzen umgiebt, und die bequeme Entnahme von Portionen der abgeschlossenen Atmosphäre zur Analyse, welche in der Regel mit 70 bis 80 ccm Gas ausgeführt wurde, während das Gesammtvolumen des Apparates 1600 ccm betrug.

Mit diesem Apparat wurden die Schwankungen der Chlorophyllthätigkeit an Luftpflanzen zu verschiedenen Stunden des Tages untersucht. Stengel von Hortensien, Zweige vom Flieder und vom Spindelbaum haben ganz übereinstimmende Resultate ergeben. Es ist freilich zu beachten, daß mit diesem Apparate nur die Resultanten der Athmung und der Assimilation erhalten werden, und es konnte nur die Zunahme des Sauerstoffs in der Atmosphäre des Apparates als Maßstab für diese Vorgänge gemessen werden. Bei trüber Witterung hat die Sauerstoffmenge, statt zuzunehmen, abgenommen. In der Regel bestanden die künstlichen Atmosphären aus einem Gemisch von 9 bis 10 Prozent Kohlensäure mit Luft. Handelte es sich um vergleichende Versuche für ein und denselben Tag, so wurde jedesmal die Atmosphäre des Apparates sorgfältig erneuert.

Gelegentlich wurde bemerkt, daß in der Regel zwar die Menge der verschwundenen Kohlensäure derjenigen des entwickelten Sauerstoffs gleich war, zuweilen aber, wenn das Licht sehr intensiv und die Assimilation sehr lebhaft war, besonders am Morgen, war das Volumen der verschwundenen Kohlensäure geringer als das des erzeugten Sauerstoffs; „es scheint, daß unter diesen Bedingungen die Chlorophyllthätigkeit auf Kohlensäure sich erstreckt, die vorher in den Blättern gelöst gewesen“.

Aus allen Versuchen ergab sich als Schlußresultat, daß die Chlorophyllfunktion in den verschiedenen Stunden des Tages proportional ist der Intensität des Lichtes. Um dieses zu erweisen, genügen die nachstehenden Zahlen, welche am 10. Mai an einem Hortensiastengel gewonnen worden sind. Das Gesammtvolumen des entwickelten Sauerstoffs betrug:

von	6 h 30 m	bis	8 h 30 m	0,00 ccm
„	8 „ 45 „	„	10 „ 45 „	14,24 „
„	11 „ 00 „	„	1 „ 00 „	29,00 „
„	1 „ 15 „	„	3 „ 15 „	23,00 „
„	3 „ 30 „	„	5 „ 30 „	25,00 „
„	5 „ 45 „	„	7 „ 45 „	6,40 „.

Während der ersten zweistündigen Periode schien die Sonne nur 30 Min. und während der letzten nur 20 Min., während der übrigen Zeit schien sie anhaltend. Es sei ferner erwähnt, daß die Atmosphäre des Versuchsraumes stets mit Feuchtigkeit gesättigt war.

C. O. Müller. **Ein Beitrag zur Kenntniß der Eiweißbildung in der Pflanze.** Landw. Versuchsstationen. 1886. Bd. XXXIII. S. 311.

Verf. suchte die physiologische Bedeutung des Asparagins in der Pflanze festzustellen, indem er sich auf Grund der diesbezüglichen bisherigen Beobachtungen folgende vier Fragen stellte: 1) Ist das durch Verdunkelung bei Pflanzen,

die unter normalen Umständen asparaginfrei sind, angehäufte Asparagin als ein Nebenprodukt des Stoffwechsels aufzufassen? 2) Finden überhaupt Beziehungen zwischen der Asparaginbildung resp. Verarbeitung und dem Mangel oder der Anwesenheit von Kohlehydraten statt? 3) Auf welche Prozesse ist einerseits die Verarbeitung des Asparagins zu Eiweiß und andererseits dessen Ansammlung zurückzuführen? 4) Aus welchen in der Pflanze vorkommenden Verbindungen wird das Asparagin gebildet?

Der Nachweis des Asparagins in den Pflanzentheilen spielt bei diesen Untersuchungen eine große Rolle. Derselbe wird nur auf mikrochemischem Wege bethätigt. Der Verf. giebt deshalb in einem besonderen Kapitel genaue Auskunft über die von ihm angewandte mikrochemische Methode, die sich im Großen und Ganzen nicht von derjenigen unterscheidet, welche frühere Forscher angewendet haben.

Zur Beantwortung der ersten Frage brachte Verf. ganze Pflanzen, welche vorher asparaginfrei gefunden worden waren, 8 bis 14 Tage ins Dunkle und untersuchte sie dann wiederum auf Asparagin. Jetzt fand er in den wachsenden Theilen aller Pflanzen Asparagin. Er stellte die asparaginhaltigen Pflanzen dann 8 bis 24 Tage ins Licht und führte hierauf wiederum die mikrochemische Prüfung aus. Es ergab sich dann, daß das Asparagin verschwunden war. In ausgewachsenen Organen der Pflanze konnte Asparagin nur ausnahmsweise und dann nur in Spuren nachgewiesen werden. Verf. schließt aus diesen Versuchen, „daß das einmal durch Verdunkelung gebildete Asparagin keinen pathologischen Charakter trägt“.

Zur Beantwortung der zweiten Frage wurden in mehreren Versuchen einzelne, junge, im Wachsen begriffene Blätter einer Pflanze verdunkelt, während eine größere Reihe ausgewachsener Blätter derselben Pflanze unter normalen Verhältnissen beleuchtet wurde, so daß dieselben assimiliren konnten. Auch hier zeigten die jungen Organe nach 8 bis 12 Tage langer Verdunkelung deutliche Asparaginanhäufung, welche wieder verschwand, wenn die Organe später wieder längere Zeit beleuchtet wurden. Der Verf. schließt hieraus, daß die Asparaginbildung unabhängig von einem Mangel an Kohlehydraten vor sich geht und zwar auf Grund seiner Annahme, daß die ausgewachsenen assimilirenden Organe den wachsenden so reichlich Assimilationsprodukte zuführen, daß in letzteren ein Mangel an stickstofffreiem Material nie eintritt.

Schließlich stellte Verf. eine Reihe von Experimenten mit im Boden wurzelnden Pflanzen in der Art an, daß er junge Theile der sich sonst in normalen Verhältnissen befindenden Pflanzen in große Zylinder luftdicht einschloß, deren Luft in passender Weise von der Kohlensäure befreit wurde. Wie die ganze übrige in kohlensäurehaltiger Atmosphäre stehende Pflanze wurden auch die in kohlensäurefreier Luft befindlichen jungen Triebe beleuchtet. Nach etwa 10 Tagen wurden die im Zylinder eingeschlossenen Theile auf Asparagin geprüft und es zeigte sich dann, daß auch sie Asparagin angehäuft hatten. Aus diesen Versuchen glaubt Verf. die an dritter Stelle aufgeführte Frage dahin beantworten zu können, daß die Verarbeitung des Asparagins durch den Assimilationsprozeß direkt bedingt würde. Er schreibt deshalb dem „Assimilationsprozeß eine neue Funktion zu, die Verarbeitung des Asparagins zu Eiweiß“.

Die vierte Frage beantwortet Verfasser, ohne daß er besondere Versuche zur Lösung derselben anstellte, dahin, daß das Asparagin wahrscheinlich aus anorganischen Stickstoffverbindungen und vielleicht Bernsteinsäure oder Aepfelsäure entstehe, um dann im Assimilationsprozeß weiter verarbeitet zu werden.

E. W.

A. Emmerling. **Studien über die Eiweißbildung in der Pflanze.** Landw. Versuchsstationen. 1887. Bd. XXXIV. S. 1.

Der sehr umfangreichen, von zahlreichen Tabellen begleiteten Abhandlung entnehmen wir an dieser Stelle nur einige der wichtigeren Ergebnisse.

Zunächst interessirt besonders der vom Verf. geführte Nachweis der Abhängigkeit der Entwickelung der Früchte von jener der Blätter. Die Massenvermehrung der ersteren beginnt erst von dem Zeitpunkt eine lebhaftere zu werden, wo das Blattorgan fast vollständig aufgebaut ist, aber obgleich in dieser Periode die Blätter sehr energisch organische Substanz produziren, ändert sich ihre Zusammensetzung nur wenig.

Ferner enthält zu allen Zeiten und an allen Orten die Pflanze im thätigen Gewebe Amidosäuren; es war naturgemäß anzunehmen, daß dieselben gewisse Bildungsherde besitzen, von denen aus sie sich nach den anderen Organen der Pflanze verbreiten. Als solche Bildungsherde waren schon längst die Blätter erkannt, während die Entstehung derselben in den Stengeln und Wurzeln weniger Wahrscheinlichkeit für sich hatte. Die Stauung dieser Säuren an solchen Orten, an denen sich junge Zellen bilden, und das Abnehmen derselben beim Aelterwerden der betreffenden Organe sprach nun deutlich dafür, daß diese Substanzen den Bildungsherden zugeleitet werden. Es war also festgestellt, daß die Blätter Amidosäuren bilden, welche ähnlich wie Assimilationsprodukte den verschiedensten Organen zugeführt werden und diese ernähren.

Was nun die Frage der Entstehung der Amidosäuren in der Pflanze betrifft, so weisen die vom Verf. ermittelten Thatsachen darauf hin, daß von den beiden möglichen Hypothesen, nämlich einer Entstehung durch Synthese aus den in die Pflanze einwandernden, anorganischen Stickstoffverbindungen oder einer Bildung durch Spaltung von bereits vorhandenem Eiweiß, erstere die bedeutend größere Wahrscheinlichkeit für sich habe, weil sie den Gesammtverlauf der hier beobachteten Stoffbildungsvorgänge viel einfacher und ungezwungener erklärt als die zweite. Die Wahrscheinlichkeit dieser Hypothese, die Annahme also, daß eine Funktion der Blätter existirt, Amidosäure durch Synthese zu erzeugen, will übrigens Verfasser durch fernere Versuche weiter verfolgen, weil er dieser wichtigen Funktion noch einen allgemeineren Werth bei der embryonalen Stoffbildung zuschreiben zu dürfen glaubt. An die weitere Frage nach der Bildung des Eiweißes aus den Amiden kann erst später herangetreten werden.

E. W.

E. Wagner. **Ueber das Vorkommen und die Vertheilung des Gerbstoffes bei den Crassulaceen.** Inaug.-Dissert. Göttingen. 1887.

Die wichtigsten Resultate dieser Arbeit lassen sich, wie folgt, zusammenfassen:

1) Der Gerbstoff tritt bei den untersuchten Pflanzen nur in parenchymatischen Gewebeelementen auf.

2) Der Gerbstoff ist im Innern der Zelle im Zellsaft gelöst.

3) Die Gerbstoffvertheilung innerhalb des Grundgewebes ist selbst zwischen sehr nahe verwandten Formen sehr veränderlich.

4) Als vorwiegend gerbstoffführende Gewebe sind zu nennen die sekundäre Rinde, die Leitscheide und die Epidermis resp. eine oder einige der unmittelbar unter der Epidermis gelegenen Grundgewebeschichten.

5) Die gerbstoffhaltigen Zellen der Leitscheide stehen im Allgemeinen nicht in kontinuirlichem Zusammenhang, sondern es schieben sich zwischen sie gerbstofffreie Zellen ein, welche gewöhnlich um so zahlreicher werden, je mehr das Bündel an Mächtigkeit abnimmt.

6) Auch die Gerbstoffzellen des Blattgrundgewebes liegen in der Mehrzahl der Fälle entweder ganz isolirt oder sind zu mehr oder weniger isolirt verlaufenden Zellzügen verbunden; weniger häufig sind dagegen die einzelnen Gerbstoffzellen in maschenförmigem Zusammenhange.

7) Der Vegetationspunkt, die ersten Blattanlagen, das Kambium und die Stärkescheide erweisen sich bei den untersuchten Formen als gerbstofffrei.

8) Die Gerbstoffzellen unterscheiden sich von den übrigen Zellen desselben Gewebekomplexes hinsichtlich ihrer Größe meist nicht sehr wesentlich; sie können aber auch bedeutend kleiner bleiben oder sich in andern Fällen zu mächtigen Schläuchen entwickeln.

9) Die Membranen der Gerbstoffzellen sind — von den mit verkorkten Membranen versehenen Schläuchen abgesehen — in einigen Fällen stärker verdickt als die der gerbstofffreien Zellen desselben Gewebekomplexes.

10) Die gerbstoffführenden Zellen besitzen in der Mehrzahl der Fälle kleinere Chlorophyllkörner in geringerer Zahl als die gerbstofffreien Zellen. Auch ist ihre Färbung weniger intensiv, vielfach vollständig schwindend.

11) Zwischen der Gerbstoff- und Stärkeablagerung besteht ein gewisser Antagonismus. Die gerbstoffführenden Zellen zeigen das Bestreben, keine oder nur geringe Mengen Stärke abzulagern.

12) Der Gerbstoff tritt relativ sehr selten mit Kalkoxalat zugleich in einer und derselben Zelle auf. In letzterem Falle scheinen ganz analoge Verhältnisse zu herrschen, wie sie für die in den Gerbstoffzellen auftretenden Chlorophyll- und Stärkekörner bestehen, in dem die Kalkoxalkrystalle kleiner und spärlicher ausgebildet werden als diejenigen der gerbstofffreien Zellen.

13) Der Farbstoff der Crassulaceen wandert nicht, sondern bleibt da, wo er einmal abgelagert ist, bis zum Absterben der Pflanze liegen.

14) Sichere Anhaltspunkte über die Funktion des Gerbstoffs, sowie die der Vertheilung innerhalb der Pflanze zu Grunde liegenden Gesetze ergeben sich aus den gemachten Untersuchungen leider noch nicht. *E. W.*

Lange. **Beiträge zur Kenntniß der Azidität des Zellsaftes.** Ber. ü. d. Sitzungen d. naturf. Ges. zu Halle. 1886. — Botanisches Zentralblatt. Von *O. Uhlworm.* Bd. XXXII. 1887. S. 236.

Die erste Erörterung über diesen Gegenstand fand 1848 in der Sitzung der

Pariser Akademie vom 3. Juli statt; erst *Sachs* jedoch widmete der Sache eine eingehendere Beachtung in seiner Arbeit: „über saure, alkalische und neutrale Reaktion der Säfte lebender Pflanzenzellen". Ueber die Verschiedenheit der Azidität zu verschiedenen Tageszeiten machte *Benjamin Heyne* zuerst Beobachtungen bei Bryophyllum calycinum. *Link* wies diese Erscheinung auch bei anderen Pflanzen nach. *Adolf Mayer* beschränkte seine diesbezüglichen Untersuchungen nur auf die Crassulaceen. *Kraus* konstatirte dann bei einer größeren Zahl von Pflanzen, daß der Saft bei Tag und bei Nacht verschieden reagirt.

H. de Vries hält die nächtliche Vermehrung der Säure für eine Eigenthümlichkeit der Fettpflanzen. *O. Warburg* „Ueber die Stellung der organischen Säuren im Stoffwechsel der Pflanzen" kommt zu dem Resultate, daß dünnblättrige Pflanzen am Tage dann keine Differenzen zeigen, wenn man den Einfluß der Wärme eliminirt, daß Pflanzen mit lederartig trockenen Blättern eine geringe, Fettpflanzen dagegen eine bedeutende Lichtentsäuerung zeigen. Die Aufgabe des Verf. ist nun, zu untersuchen, ob bei allen Pflanzen die Azidität des Saftes bei Tag geringer, bei Nacht höher sei, und welche Bedeutung die verschiedenen Lichtstrahlen für die Entsäuerung des Zellsaftes am Tage haben.

Für die Untersuchung zur Bestimmung der Azidität wurde das Material je nach dem Wassergehalte theils mit, theils ohne Zusatz von Wasser in einem Mörser zerrieben, der Saft ausgepreßt und filtrirt, in einzelnen Fällen zur Klärung rasch aufgekocht. Die Auswahl erfolgte mit der größten Sorgfalt. Zwei Reihen von Versuchen wurden angestellt, und zwar einmal die Vergleichshälften morgens und abends 6 Uhr an demselben Tage genommen, dann abends 6 Uhr und am folgenden Morgen um dieselbe Zeit. Als Versuchstage wurden ausnahmslos nur sonnige gewählt, auch die Pflanzen von solchen Standorten genommen, die direkt von der Sonne beschienen wurden. Zur Titration wurde Kalilauge (1 gr KOH auf 1000 ccm aq. dest.), als Indikator eine schwache weingeistige Lösung von Phenolphthaleïn benutzt. Verf. glaubt, daß bei der von ihm angewendeten Methode genauere Resultate erzielt wurden, als *de Vries* und *Warburg* mit den ihrigen erhalten konnten. Da Verf. die Azidität des Saftes im Allgemeinen untersucht, hält er es nicht für geboten, die freie Kohlensäure vor der Untersuchung zu entfernen. Nach gründlicher Untersuchung, deren Resultate in Tabellen zusammengestellt sind, kommt Verf. zur Bestätigung des von *Kraus* ausgesprochenen Satzes: „Es kann am Morgen eine Zunahme der Azidität gegenüber dem vorhergehenden Tage und umgekehrt am Abend eine Abnahme derselben gegenüber der vorangegangenen Nacht ganz allgemein nachgewiesen werden".

Für die Versuche über die Wirkung verschiedenfarbigen Lichtes auf die Entsäuerung wurden nach dem Vorgange von *Sachs* doppelwandige Glocken mit Lösungen von Kaliumbichromat und amoniakalischer Lösung von Kupfersulfat angewendet; außerdem jedoch zur Prüfung der *de Vries*'schen Versuche Scheiben von Rubin- und Kobaltglas gebraucht. Je nach der Methode der Untersuchung wurden die Blätter vor dem Eintrocknen geschützt und der Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt.

Die Untersuchungen ergaben in Uebereinstimmung mit *Adolf Mayer*, *Kraus* und *Warburg*, im Gegensatz zu *H. de Vries*, das Resultat: „Die Entsäuerung am Tage geht in den leuchtenden Strahlen (der rothen Spektralhälfte) energischer vor

sich als in den sogen. chemischen Strahlen des Spektrums (der blauen Spektralhälfte)".

J. Vesque. **Die Funktion der Epidermen als Wasserreservoir.** Comptes rendus. T. C. III. 1886. p. 762. — Botan. Zeitung. 1887. S. 373.

Zum weiteren Nachweise der Wasserreservoirfunktion der Epidermen benutzt Verf. folgende Versuchsanordnung: Abgeschnittene Blätter werden durch einen durch den Mittelnerven gelegten Schnitt in zwei Hälften getheilt und die eine dieser Hälften einige Zeit an der Luft liegen gelassen, jedoch nicht so lange, daß sie zu welken beginnt. Die Dicke der Epidermis dieser Hälfte wird dann mit derjenigen der in ganz frischem Zustande derselben Messung unterzogenen anderen Blatthälfte verglichen.

Andererseits ließ Verf. auf intakte Epidermen titrirte Salpeterlösungen wirken und maß wiederum die Verminderung der Dicke der Epidermis; es wurde darauf gesehen, daß keine Plasmolyse eintrat.

Aus den Versuchen folgt, daß die Epidermis immer als Wasserreservoir dient; die Epidermis erfüllt diese Funktion nur dann nicht, wenn sie zum mechanischen Gewebe wird. Die Epidermiszellen können an Wasser 40% ihres Maximalvolumens den Zellen des Assimilationsgewebes abgeben. Als eine Anpassung an die Wasserreservoirfunktion erscheint die Abwesenheit des Chlorophylls in den Epidermiszellen, denn eine assimilirende Zelle ist osmotisch kräftiger als eine nicht assimilirende. Wenn die Epidermiszelle ihr Volumen vermindert, biegen sich die äußere und die innere Wand einwärts, die Seitenwände falten sich.

Da nach *Kreusler* die Blätter zu assimiliren aufhören, wenn sie eine kleine Menge Wasser verlieren, und da nach *Kraus-Triesdorf* die diastatischen Fermente unter stärkerem Druck viel wirksamer sind, der Druck in der Zelle aber abnimmt, wenn dieselbe Wasser verliert, so ist es nach dem Verf. von Nutzen für die Pflanze, daß die Epidermis, auch wenn sie nur schwach entwickelt ist, befähigt ist, die Unregelmäßigkeiten der Transpiration auszugleichen und für eine gleichmäßige Wasserzufuhr zu den assimilirenden Zellen zu sorgen.

O. Müller. **Untersuchungen über die Ranken der Cucurbitaceen.** *Cohn's* Beiträge zur Biologie der Pflanzen. 1886. Bd. IV. S. 97.

Leclerc du Sablon. **Untersuchungen über die Einrollung der Ranken.** Ann. des sc. nat. 1887. Sér. VII. T. V. p. 5.

Einem Referat über beide Arbeiten in der „Naturwissenschaftlichen Rundschau" 1887. Nr. 28. S. 224 entnehmen wir hier Folgendes: Beide Verfasser stellen sich auf den Standpunkt *Darwin*'s, welcher in seinen obigen Gegenstand betreffenden Ansichten sich jenen von *Mohl, Sachs* und *de Vries* gegenüberstellt, indem er behauptet, daß die Krümmung der Ranke nicht durch das stärkere Wachsthum der einen Seite hervorgerufen werde, wegen der außerordentlichen Schnelligkeit, mit welcher die Krümmung nach der Berührung mit der Stütze erfolgt. Außer diesem Einwand führen die Verfasser gegen die Wachsthumstheorie noch an das Wiedergeradestrecken bereits gekrümmter Ranken nach kurzer Einwirkung des Reizes und die Krümmungserscheinungen, die an Ranken auftreten,

welche in Wasser und in andere Flüssigkeiten gelegt werden. Beide Forscher ziehen zur Erklärung der Bewegungsvorgänge das Ergebniß der anatomischen Untersuchung heran, und *Müller* gelangt zu dem Schlusse, daß die Bilateralität des anatomischen Baues eine Bedingung des Einkrümmungsvermögens der Ranken sei. Die obere und die untere Seite der Ranken zeigen nämlich einen verschiedenen, die rechte und linke aber einen gleichen Bau. „Wichtig ist vor Allem, daß alle leicht veränderlichen Bestandtheile sich nach der konvex werdenden Seite konzentriren, alle festeren dagegen nach der konkav werdenden." Hier liegt vor Allem der festeste Theil der ganzen Ranke, das Sklerenchym, ferner das größte Gefäßbündel und ein breiter Kollenchymstreifen, während die obere Hälfte der Ranke im Wesentlichen nur aus großen, dünnwandigen Parenchymzellen besteht. „Dieser obere Theil ist also der am leichtesten veränderliche, er kann am leichtesten Flüssigkeiten aufnehmen und sich am leichtesten dehnen." Die gegebenenfalls wieder eintretende Geradestreckung der Ranke beruht darauf, daß die Zellen des konvexen Theils die Flüssigkeit wieder an jene Gewebe zurückgeben, aus denen sie ihnen zugeführt wurde.

Hiernach würde also die ungleiche Turgeszenz in der Ranke, wie schon *Dutrochet* wollte, die Formveränderung hervorrufen; und wie *Sachs* mittheilt (Pflanzenphysiologie. 1882. S. 812), besteht auch nach Untersuchungen von *de Vries* die erste direkte wahrnehmbare Wirkung eines Reizes in der Zunahme des Turgors auf der freien nicht berührten Oberseite der Ranke, in Folge dessen das Wachsthum auf dieser Seite beschleunigt wird.

Lerclerc du Sablon erkennt gleichfalls in der Verschiedenheit des Turgors die Ursache der Rankenkrümmung. Seine anatomischen Untersuchungen, die sich nicht auf die Cucurbitaceen beschränken, führen zum Theil auf dieselben Resultate, wie die *Müller*'s, zeigen aber, daß nicht alle Ranken nach Bau und Funktion bilateral sind. Eine Rankenseite ist um so empfindlicher gegen die Berührung, als sich in ihrer Nachbarschaft eine größere Zahl von Fasern mit zarten Scheidewänden oder von sehr verlängerten Zellen befinden. (Auch *Müller* fand, daß die Ranken nur so lange reizbar sind, als sich das Sklerenchym noch in unverholztem Zustande befindet.) Die auf einer einzigen Seite reizbaren Ranken (Cucurbitaceen, Passifloren) haben nur an dieser Seite solche Fasern; bei den an allen Seiten reizbaren sind sie symmetrisch um die Achse vertheilt (Ampelideen). Während ins Wasser getauchte bilaterale Ranken sich krümmen, thun dies radial gebaute Ranken nicht; entfernt man aber eine Gewebeschicht in der ganzen Länge einer Seite, z. B. einer Weinranke, so benimmt sich letztere ganz wie eine bilaterale Ranke.

Die Einkrümmung der Ranke kommt nach *Leclerc* dadurch zu Stande, daß die durch die Berührung mit der Stütze zusammengedrückten Zellen einen Theil ihres Inhaltes an die benachbarten Zellen, deren Turgor in Folge dessen zunimmt, abgiebt. Die Zellen des Markes und der nicht reizbaren Seiten vergrößern sich so auf Kosten der gereizten Zellen und es resultirt eine Krümmung, welche beim Fortdauern der Berührung schließlich durch Wachsthum definitiv wird.

Wir konnten hier nur das Hauptergebniß der vorliegenden Arbeiten hervorheben; auf andere interessante Punkte einzugehen, an denen besonders die



Müller'sche Abhandlung reich ist, fehlt der Raum. Nur auf eins sei noch hingewiesen. Die Bewegungen, welche eine Ranke ausführt, sind je nach ihrem Entwickelungsstadium sehr verschiedener Art. *Müller* unterscheidet für die Cucurbitaceen-Ranken acht Arten der Bewegung: 1) Das Geradestrecken der Ranke beim Hervortreten aus der Knospe; 2) die Circumnutation; 3) das plötzliche Ergreifen der Stütze; 4) das allmähliche Umwickeln der Stütze; 5) das Geradestrecken nach Entfernung des reizenden Gegenstandes; 6) die spiralige Aufrollung des unteren, nicht um die Stütze gerollten Theils der Ranke (durch diese Aufrollung wird die Pflanze an die Stütze herangezogen); 7) die knäuelige Einrollung der Ranken, welche nicht gefaßt haben; 8) das Herabkrümmen dieser Ranken. — Die unter 6 erwähnte Bewegung betrachtet man allgemein als eine Fortsetzung der unter 4 genannten, indem sich der durch die Stütze ausgeübte Reiz auch auf den freien Theil der Ranke fortpflanzt. *Leclerc* ist jedoch auf Grund seiner Beobachtungen zu dem Ergebniß gelangt, daß die Aufrollung des freien Theils der Ranke der „freiwilligen“ Einrollung jener Ranken, welche keine Stütze gefunden haben, entspricht.

***P. Duchartre.* Beobachtungen über die Ranken der Cucurbitaceen.** Bull. de la Soc. Bot. de France. 1886. T. XXXIII. p. 10 et 157. — Naturw. Rundschau. 1887. Nr. 28. S. 225.

In Bezug auf die erste Bewegung der jungen Ranke, das Geradestrecken derselben beim Hervortreten aus der Knospe, ist hervorzuheben, daß nur bei den Cucurbitaceen die Ranke in der Jugend schneckenartig eingerollt ist und zwar in der Art, daß die später reizbare Seite nach außen gekehrt ist. „Die Ranken anderer Pflanzen sind von vornherein mehr oder weniger gerade, d. h. nicht eingewickelt“ (*Sachs,* Pflanzenphysiologie. S. 806).

Wie Verf. nun zeigt, ist es eine irrige Annahme, daß alle Cucurbitaceen jene schneckenartige Einrollung zeigen. Nur 8 Spezies unter 22 zeigten dieselbe, während bei den anderen 14 die Ranken von vornherein gerade gestreckt waren. Außerdem macht der genannte Forscher einige merkwürdige Angaben über das allmähliche Umwickeln der Stütze, die spiralige Aufrollung des unteren Theiles der Ranke und die knäuelige Einrollung der Ranken, welche nicht gefaßt haben. Es ist bekannt, daß in der von dem freien Theil der Ranke gebildeten Spirale sogen. Wendepunkte auftreten, an welchen die Windungen eine entgegengesetzte Richtung nehmen. Dieser Wechsel in der Windungsrichtung ist, wie *Darwin* und *Sachs* gezeigt haben, eine mechanische Nothwendigkeit, um die mit den Windungen verbundene Torsion auszugleichen. Solche Richtungsänderungen sollen nun nach dem Verf. auch bei der spiraligen Aufrollung ganz freier Ranken und ferner an dem um die Stütze gerollten Theil einer Ranke auftreten, obgleich in diesen Fällen von einer mechanischen Nothwendigkeit nicht die Rede sein kann.

***F. Darwin* und *A. Bateson.* Ueber die Wirkung einiger Reize auf Pflanzengewebe.** Nature. 1887. Vol. XXV. p. 429. — Naturw. Rundschau. 1887. Nr. 25. S. 203.

Wenn man von einem wachsenden Schößling die äußeren Gewebe entfernt, so wird das Mark, wie bekannt, plötzlich bedeutend länger; wenn man nun das turges-

zirende Mark einige Zeit in feuchter Luft oder Wasser läßt, so beobachtet man ein ferneres bedeutendes Längerwerden. Mit solchen Markzylindern von 156 mm Länge und 8 mm Dicke haben Verff. die nachstehenden Versuche ausgeführt, welche ausführlich in der Linnean Society am 20. Januar mitgetheilt wurden.

Die betreffenden Markstücke wurden an einem Haken am Boden eines engen Gefäßes befestigt, und das obere Ende mittelst eines Fadens mit dem kurzen Arme eines Hebels verbunden, dessen langer Arm die Längenänderungen des Markzylinders vergrößert wiedergab.

Befand sich in dem Gefäße Wasser, so nahm die Länge des Markes erst langsam, dann schneller und zuletzt wieder langsam zu. Diese Periode dauerte zwanzig Minuten, und glich bis auf die Zeit der großen Periode des normalen Wachsthums.

Wurde das Wasser in dem Gefäße allmählich erwärmt, so nahm die Schnelligkeit des „Wachsens" des Marks in sehr auffallender Weise zu. Die Zunahme war eine stetige von ungefähr 17° bis etwa 35°, und zwar war bei der letzteren Temperatur die Geschwindigkeit viermal so groß als bei der ersteren. Bei höheren Temperaturen wurde das Wachsen ein unregelmäßiges, es nahm etwas ab, und kurz bevor die Temperatur erreicht war, welche das Gewebe tödtet, zeigte sich ein plötzlicher Abfall in der Wachsthumsgeschwindigkeit. Dies tritt in der Regel bei 55° ein. Dieses Verhalten zur Temperatur spricht dafür, daß es sich um eine vitale Erscheinung handelt.

Das Mark stand in Wasser, und als die Wachsthumsgeschwindigkeit regelmäßig abzunehmen begann, wurde eine geringe Menge Alkohol zugesetzt. Sofort zeigte sich eine auffallende Zunahme der Wachsthumsgeschwindigkeit. Wenn z. B. 2% Alkohol zugesetzt wurden, wurde das Wachsthum in zwei Minuten um 50% beschleunigt. Diese Wirkung war eine vorübergehende; denn nach weiteren zwei Minuten sank die Wachsthumsgeschwindigkeit auf den Werth, den sie vor der Reizung hatte.

Aehnliche Resultate wurden mit Aether erzielt. Das Mark wuchs in feuchter Luft; wenn dieser 0,27% Aetherdampf zugesetzt wurde, betrug die Beschleunigung 56%; bei 0,4% war sie 100%. Wie der Alkohol hatte auch der Aether nur eine vorübergehende Wirkung, die nach wenig Minuten verschwunden war. Wurde der Luft 3% Aetherdampf zugesetzt, so wurde das Gewebe getödtet und statt einer Zunahme beobachtete man eine Abnahme der Länge.

Ammoniak-Lösung in Stärken von 0,5 bis 2,4% erzeugte gleichfalls sehr schnell vorübergehende Beschleunigungen der Verlängerung. Säuren hingegen veranlaßten entweder eine Verlangsamung oder ein Schlaffwerden und den Tod; so z. B. erzeugte Essigsäure von 0,5 bis 1% Verzögerungen und von 5,4% den Tod. Cyanwasserstoffsäure glich in ihrer Wirkung nicht den anderen Säuren, sondern dem Alkohol, ohne jedoch diesem gleich zu sein. Sie erzeugte entweder eine temporäre Beschleunigung, oder sogar eine merkwürdig beständige und hohe Wachsthumsgeschwindigkeit. Chininchlorid endlich erwies sich als sehr heftiges und schnell wirkendes Gift.

Die Verff. sprechen die Vermuthung aus, die Thatsache, daß Reagentien, wie Alkohol, Aether, Cyanwasserstoff, turgeszirende Gewebe zu gesteigerter Verlängerung anregen, werde zum Verständniß des Zellenmechanismus beitragen,



da es sich hierbei mehr um eine Protoplasmathätigkeit, als um rein osmotische Prozesse handelt.

M. Scholtz. **Ueber den Einfluß der Dehnung auf das Längenwachsthum der Pflanzen.** *Cohn*'s Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. IV. 1887. Heft 3.

Lebhaft wachsende Pflanzen, wie z. B. Keimlinge von Helianthus u. a., wurden während ihres Wachsthums durch Gewichte gedehnt, von denen verschieden schwere, von 5 bis 150 gr angewandt wurden. Die Wachsthumsgeschwindigkeit unter diesen Verhältnissen wurde verglichen mit derjenigen, welche dieselbe Pflanze im normalen Verlaufe zeigt. Aus dem Beobachtungsmaterial, das in Tabellen niedergelegt ist, ist als Hauptresultat hervorzuheben, daß ein spannendes Gewicht zwei entgegengesetzte Einflüsse ausübt, erstens einen das Wachsthum verzögernden und einen dasselbe beschleunigenden. Es hängt von der spezifischen Empfindlichkeit der Versuchspflanze und von der Größe des spannenden Gewichtes ab, welcher von den beiden Einflüssen der überwiegendere ist. Bei Helianthus, Cucurbita bewirkt ein Gewicht (z. B. von 15 gr) am ersten Tage eine Verlangsamung des Wachsthums; darauf tritt dann aber bald eine deutliche Beschleunigung gegenüber den Pflanzen ohne Gewicht hervor. Das Dickenwachsthum der Pflanzen wird durch die spannenden Gewichte nicht gehemmt.

F. Noll. **Experimentelle Untersuchungen über das Wachsthum der Zellmembran.** Abhandl. der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. XV. 1887. S. 101—162. — Botan. Zentralblatt. Von *O. Uhlworm.* Bd. XXXIII. 1888. S. 103.

In vorliegender Abhandlung wird vor Allem experimentell nachgewiesen, daß bei einer Anzahl Meeresalgen das Dicken- und Spitzenwachsthum der Membran durch Apposition geschieht, doch auch andere Beobachtungen, die sich bei der Untersuchung der Objekte ergaben, werden angeführt und nehmen ebenfalls das Interesse des Lesers in Anspruch.

Verf. beginnt mit einem historischen Ueberblick über die zu verschiedenen Zeiten geltenden Ansichten von dem Wachsthumsmodus der Zellmembran. Es geht daraus hervor, daß zuerst die unbefangene Betrachtung der Erscheinungen allgemein zu der Annahme des Appositionswachsthums führte, bis *Nägeli* durch die in seinem Werk über die Stärkekörner auseinandergesetzten Theorien jene Annahme ganz verdrängte und die Intussuszeptionstheorie zur alleinigen Herrscherin machte. Erst allmählich begannen wieder Zweifel an derselben aufzutauchen und „der heutige Standpunkt der Frage ist dadurch charakterisirt, daß die beiden Theorien sich im Kampfe um die Zukunft gegenüberstehen". Verf. sucht nun die Frage auf experimental-physiologischem Wege zu lösen, indem er Farbenänderungen zwischen den alten und neugebildeten Membrantheilen hervorzurufen strebt. Da es nicht gelang, Anilin- und andere Farbstoffe in die neu zu bildende Membran aufnehmen zu lassen, färbte Verf. die alte Membran und ließ die neuen Bildungen zum Unterschiede farblos entstehen. Dazu wurde das in der animalischen Physiologie schon früher angewandte Berliner (oder Turnbulls) Blau

benutzt. Als Material dienten besonders Siphoneen (Caulerpa, Derbesia, Bryopsis), mit denen Verf. auf der zoologischen Station in Neapel experimentirte[1]).

Die Methode des Färbens bestand darin, daß die Pflanzen aus dem Meerwasser auf einige Sekunden in eine Ferrocyankalium-Lösung gebracht wurden, dann in reinem Seewasser abgespült und auf einen Moment in frisch hergestellte Eisenchloridlösung getaucht wurden. Wenn die Pflanze nach abermaligem Abspülen in Seewasser und Eintauchen in Ferrocyankaliumlösung in Seewasser weiter kultivirt wurde, zeigte sie eine blasse blaue Färbung.

Um den Einfluß des Färbeverfahrens auf die Lebensthätigkeit der Pflanzen zu prüfen, wurden die gefärbten mit ungefärbten Kontrolexemplaren verglichen. Es waren aber weder in der Wachsthumsgeschwindigkeit, noch in der Plasmaströmung, noch in der Wuchsform Unterschiede zwischen gefärbten und ungefärbten Pflanzen zu erkennen.

Die Färbung der Membran war eine gleichmäßige, die der nicht cuticularisirten Schichten eine hellblaue, die der cuticularisirten Schichten eine dunkler blaue. Die Färbung verschwindet zwar am lebenden Objekt nach einigen Stunden, kann aber, durch Einlegen in eine mit eisenfreier Salzsäure angesäuerte Lösung von Ferrocyankalium, in den Partien, wo sie vorher vorhanden gewesen, wieder hervorgerufen werden. Daß die Färbung keine wesentlichen Veränderungen in den Eigenschaften der Membran verursacht, scheint sicher, denn weder hatte die Einführung des Eisens eine Volumänderung zur Folge, noch war die Dehnbarkeit und Elastizität geändert; auch die Färbbarkeit, Quellbarkeit und Fähigkeit in andere Modifikationen (Holz, Cuticula) überzugehen, blieb die normale.

Wenn nun die gefärbten Pflanzen weiterwachsen, so brechen die jungen Sproßspitzen farblos durch die gesprengte alte Membran durch. Die Grenze ist eine scharfe, und zwar sieht man die alte Membran nach der Spitze zu dünner werden, während die neue sich innen anlagert, nach der Spitze zu dicker werdend, so daß die ursprüngliche Stärke der Membran erhalten bleibt. Das Spitzenwachsthum kann also nicht auf Intussuszeption beruhen, sondern ist ein sogen. „Eruptionswachsthum“: die alte Membran wird gesprengt und die Membran des jungen Sprosses ganz aus neuem Material aufgebaut. Ebenso legen sich die Verdickungsschichten als ungefärbte Lamellen auf die gefärbte alte Membran auf. Bei der Ablagerung der neuen Schichten können auch fremde Substanzen eingeschlossen werden, wie Ballen abgestorbenen Protoplasmas, die Verf. durch lokale Aetzung künstlich zu erzeugen verstand. Uebrigens glaubt Verf., daß auf solche gelegentliche Einlagerungen plasmatischer Substanzen der von *Wiesner* behauptete Stickstoffgehalt der Membran zurückzuführen sei. Die Schichtenauflagerung ist also kein eigentliches Wachsthum der Membran, denn diese ist nicht mehr lebendig und wird nur vom Protoplasma aus dicker gemacht. Die Flächenvergrößerung der fertig gebildeten Membran, soweit sie nicht auf Spitzenwachsthum beruht, schreibt Verf. einer durch die Einwirkung des Plasmas ermöglichten Dehnung zu, die er um so eher annehmen kann, als er nie so große Dehnungen konstatiren konnte, wie sie *Nägeli* angiebt.

---

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. X. 1887. S. 401.



Auch das Wachsthum der Blätter bei Caulerpa geschieht durch periodische Durchbrechung des vorderen Randes von neuen Membranstücken. Gelegentlich beobachtete Verf. auch eine Theilung des Vegetationspunktes und die Entstehung dichotomisch oder razemös verzweigter Blättchen, in denen die Orte für die Entstehung der Reproduktionsorgane vermuthet werden.

Besonders deutlich ließ sich an den im Leben schon ziemlich durchsichtigen Bryopsis- und Derbesia-Arten mit Hülfe der Färbungsmethode erkennen, „daß die Verdickung der Membran in ausgiebiger Weise durch Anlagerung neuer Membranschichten stattfindet, daß ebenso das Spitzenwachsthum durch die Bildung neuer Lamellen von innen her und durch die schräge Anlehnung derselben an die durchbrochenen äußeren bewirkt wird". Genaue Messungen an der lebenden Pflanze zeigten, daß eine nachträgliche Verdickung innerhalb der blauen Zone nicht stattgefunden habe, daß also auch ein neben der Apposition etwa zunehmendes Intussuszeptionswachsthum ausgeschlossen sei. Daß daran nicht etwa der Eisengehalt (im Berliner Blau) schuld sei, wurde noch besonders durch Vergleichung mit ungefärbten Pflanzen erwiesen.

Die Entstehung der neuen Lamellen stellt sich Verf. folgendermaßen vor: Die äußere Protoplasmaschicht beladet sich mit Kohlehydrat, und während immer mehr Moleküle dieses Stoffs einwandern, ziehen sich die Eiweißmoleküle zurück, bis schließlich an Stelle der äußeren Plasmaschicht eine Celluloselamelle übrig bleibt. Dies wäre dann wohl ein Intussuszeptionsvorgang, aber im lebenden Plasma, nicht in der todten Membran.

Es wird bei dieser Gelegenheit darauf aufmerksam gemacht, daß dicke Derbesiamembranen durch Behandlung mit Schwefelsäure in eine körnige Masse zerfallen, die sich in ihrer Reaktion dem Plasma sehr ähnlich verhält.

Darauf werden noch einige Membranbildungen erwähnt, die nicht regelmäßig auftreten. So die Abtrennung einzelner Fiedern von Bryopsispflänzchen durch eine nach dem Hauptsproß zu abgelagerte Membranlamelle; nachdem die Fiedern einen Wurzelschlauch getrieben, lösen sie sich ab und werden selbständig. Ferner findet eine ähnliche Bildung von Membrankappen, wie beim Spitzenwachsthum, bei der künstlichen Verletzung der Siphoneensprosse statt.

Besonders interessant sind die bei der Verletzung austretenden, hier näher beschriebenen kugeligen und fädigen Gebilde, die ihrer Reaktion nach Protoplasma sind und den Schläuchen, in denen sie enthalten, einen bläulichen Schimmer verleihen. Als „Lichtschirme" (*Berthold*) sind diese Gebilde ihrer Lage nach nicht anzusehen.

Auch im Innern der Zelle treten zuweilen Membranen als Scheidewände oder Fasern auf. Erstere entstehen entweder simultan, indem an der betreffenden Stelle eine Entmischung von Kohlehydrat und Protoplasma stattfindet, oder succedan, durch „Apposition neuer Membranschichten auf den inneren Umkreis". Die Balken oder Fasern (nicht die von Caulerpa) treten zunächst als Protoplasmastränge auf, die sich langsam in Cellulose umbilden. Die Zellkerne spielen hier bei der Neubildung von Membranen keine Rolle.

Zu Färbeversuchen wurden außer den genannten noch verwandt: Codium tomentosum, und C. Bursa, Dasycladus clavaeformis, Udothea cyathiformis, Polysiphonia variegata, und einige Cladophoren. Alle „zeigten einige Tage oder

Wochen nach ihrer Färbung mit Berliner Blau dieselben charakteristischen Appositionsbilder, sowohl bei der Dickenzunahme, als bei der Verlängerung".

Danach hält es Verf. für wahrscheinlich, daß allgemein im Pflanzenreich das Wachsthum der Membran auf Apposition beruhe, „während für das Intussuszeptionswachsthum eigentlich keine zwingenden Beweise mehr vorliegen", wobei freilich die Einlagerung fremder Substanzen in die Membran, wie bei der Quellung und Cutikularisirung, nicht ausgeschlossen ist.

Zum Schluß kommt Verf. noch auf die Vorbedingungen des Wachsthums, speziell des Längenwachsthums zu sprechen, als welche er mit *Sachs* und *de Vries* den Turgor annimmt. Er wendet sich besonders gegen *Krabbe* und weist nach, daß dieser aus seinen Beobachtungen durchaus nicht den Schluß zu ziehen brauchte, daß ein Wachsthum ohne Turgor möglich sei. Der Nachweis, daß in allen Fällen das Wachsthum durch den Turgor eingeleitet werde, schließt auch die Nothwendigkeit der Annahme einer überhaupt stattfindenden Intussuszeption aus und macht es möglich, alles Membranwachsthum durch Apposition zu erklären.

***G. Haberlandt.* Ueber die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen.** Jena. 1887. Gustav Fischer. — Bot. Zentralblatt. Von *O. Uhlworm.* 1888. Bd. XXXIII. S. 330.

In der Einleitung verficht Verf. die Ansicht, daß der Zellkern als der alleinige Träger des Idioplasmas anzusehen ist. Er wendet sich namentlich gegen *Klebs*, der nach seiner Ansicht dem Experimente einen zu hohen Werth zuerkennt, und vertheidigt die Idioplasmatheorie als wissenschaftliche Hypothese. Schließlich zeigt Verf. noch, daß die Lagerungsweise des Zellkernes, mag dieser nun dynamisch oder stofflich auf das Cytoplasma einwirken, bei der Entwickelung der Zellen von Wichtigkeit sein kann, namentlich, wenn diese sich nicht in allen Theilen gleichmäßig abspielt.

Im speziellen Theil beschreibt Verf. für eine große Anzahl verschiedener Gewebe die Lagerung des Zellkernes.

1) In den zuerst beschriebenen Epidermiszellen befindet sich der Kern nach seinen Beobachtungen stets im Zentrum der Zelle, während er zur Zeit der Membranverdickung bei den Epidermiszellen, die nach außen hin stärker verdickt sind, fast ausnahmslos den Außenwandungen anliegt, in ausgewachsenen Zellen aber zum Theil auf die Innenwandungen wandert, zum Theil aber auch keine bestimmte Stelle einnimmt. Dem gegenüber befindet sich aber der Kern in den Epidermiszellen der Fruchtschalen von Carex panicea, die eigenthümliche, zum Theil verkieselte Verdickungen auf ihren Innenwandungen besitzen, während der Ausbildung dieser Verdickungen meist in unmittelbarer Nähe derselben. Ebenso sollen sich die Epidermiszellen der Samenschale der Solaneen verhalten, bei denen nur ein Theil der Seitenwände und die Innenwände verdickt werden.

2) Aehnliches gilt auch von dem Kerne der Spaltöffnungsschließzellen; von Interesse sind in dieser Hinsicht namentlich auch die Kerne der Nebenzellen, die meist den Spaltöffnungszellen nahegerückt erscheinen, so daß es dem Verf. wahrscheinlich erscheint, daß die Kernthätigkeit auch auf benachbarte Zellen übergreifen kann.



3) Im Peristom der Laubmooskapsel liegen die Kerne ebenfalls den sich verdickenden Wänden resp. Wandtheilen an.

4) In den Cystolithenzellen von Goldfussia anisophylla fand Verf. den Zellkern stets dem spitzen Ende des sich entwickelnden Cystolithen anliegen. Bei Ficus elastica lag er dagegen nur in den jüngsten Stadien in der Nähe des fortwachsenden Endes des Cystolithen und bei Brussonetia papyrifera befand sich der Zellkern von Anfang an in großer Entfernung von dem Cystolithen, mit dem er aber durch zarte Plasmafäden in direkter Verbindung stand.

5) Bei der Ausbildung des Armpallisadengewebes, sowie der leistenförmig verdickten Epidermis vieler Blumenblätter nimmt der Kern bald eine zentrale, bald eine mehr wandständige Lage ein und ist stets durch Plasmaplatten mit den Bildungsstätten der Verdickungsleisten verbunden.

6) Von Trichomgebilden behandelt Verf. zunächst die Wurzelhaare. Er fand, daß der Kern zur Zeit der Anlegung der Haare meist der Innenwandung der betreffenden Zellen anliegt, und daß die erste Ausstülpung der Außenwandung bald an der dem Zellkern gerade gegenüberliegenden Membranpartie geschieht, bald auch in mehr oder weniger großer Entfernung von derselben. Zuerst sammeln sich dann in dem jungen Haare große Protoplasmamassen an, denen bald auch der Zellkern folgt. Dieser rückt dann mit dem Wachsthum der Wurzelhaare in demselben fort und befindet sich, wie Verf. durch zahlreiche Messungen nachweist, bald mehr, bald weniger weit von der Spitze des Wurzelhaares entfernt. Bei verzweigten Wurzelhaaren zeigte dem Verf. immer derjenige Ast eine Bevorzugung im Wachsthum, in dem sich der Zellkern befand.

Eine genaue Messung der Wachsthumsvertheilung in den Wurzelhaaren, bei denen Stärkekörnchen, die an den klebrigen Wurzelhaaren leicht hafteten, als Indices dienten, ergab übrigens, daß die Lage des Zellkernes keineswegs mit dem Wachsthumsmaximum der Wurzelhaare zusammenfällt, daß diese vielmehr ein streng ausgesprochenes Spitzenwachsthum besitzen, das lediglich auf den kalottenförmig gekrümmten Scheiteltheil beschränkt ist. Aehnlich verhalten sich auch die Kerne in den an oberirdischen Organen auftretenden Haaren, sowie die in den interzellularen Haaren, deren Lagerung Verf. ausführlich beschreibt.

7) Die Thyllenbildung findet in der Weise statt, daß sich aus jeder Holzparenchymzelle nur eine Thylle entwickelt, wie dies vom Verf. bei Monstera beobachtet wurde, so bildet sich die Thylle stets an der Seite der an das betreffende Gefäß angrenzenden Längswand, der der Kern anliegt, und dieser wandert alsbald auch in die junge Thylle hinein. Werden dagegen von jeder Holzparenchymzelle mehrere Thyllen gebildet, so sollen diese nach Verf. zunächst stets kernlos bleiben. Erwähnt mag hier noch werden, daß Verf. an älteren Blättern von Tradescantia viridis eine Verstopfung der Athemhöhlen durch Ausstülpungen aus den Schließzellen beobachtete. Der Kern lag in diesen Fällen stets in nächster Nähe der Ausstülpung.

8) In den ungegliederten Milchröhren konnte Verf. keine Beziehung zwischen der Lagerung der Kerne und der Anlegung neuer Seitenäste nachweisen. Dahingegen beobachtete er eine starke Vermehrung der Kerne in den Milchröhren bei der Anlegung von Adventivknospen im hypokotylen Stengelgliede von Euphorbia Lathyris.

9) Bei den Hyphen von Saprolegnia soll die Anlage eines Seitenastes stets unmittelbar über einem in nächster Nähe der Wandung befindlichen Kerne erfolgen. Auch an den Sporen von Pertusaria communis, die bei der Keimung zahlreiche Keimschläuche treiben, konstatirte Verf., daß sie auch zahlreiche Zellkerne enthalten und zwar entstehen dieselben schon zur Zeit der Reife der Sporen.

10) Der letzte Abschnitt dieses Theiles ist den Regenerationsvorgängen bei Vaucheria gewidmet. Verf. zeigt, daß sich die Zellkerne von den Wandtheilen nicht, wie die Chromatophoren, zurückziehen. Ferner beobachtete er, daß die ausgestoßenen Plasmapartien bei der Kultur in 5—10% Zuckerlösung sich bezüglich der Membranbildung sehr verschieden verhalten. Da jedoch alle diese isolirten Plasmabläschen mit Kernen versehen waren, so schließt Verf. hieraus, daß die Kerne in ungleichem Maße befähigt sind, die Membranbildung einzuleiten und sucht dies unter Zugrundelegung der Hypothesen von *Nägeli* und *Weismann* zu erklären.

Das dritte Kapitel enthält eine kurze Zusammenfassung und allgemeine Betrachtungen. Verf. stellt darin als Hauptergebniß seiner Arbeit den Satz auf: „Die Lage des Zellkernes in sich entwickelnden Pflanzenzellen steht in der Regel in Uebereinstimmung mit der Funktion des Zellkernes als Trägers des die Entwickelung beherrschenden Idioplasmas“. Er sucht dann einige Einwände, die gegen seine Auffassung erhoben werden könnten, zu entkräften und knüpft daran noch einige Bemerkungen über die Funktionen des Zellkernes.

F. Noll. **Ueber den Einfluß äußerer Kräfte auf die Gestaltung der Pflanzen.** Bot. Zentralblatt. Von *O. Uhlworm.* Bd. XXXIII. 1888. Nr. 1. S. 29.

F. P. C. Siragusa. **Ricerche sul Geotropismo.** Palermo. 1888.

E. Strasburger. **Ueber Kern- und Zelltheilung im Pflanzenreiche.** Jena. 1888. G. Fischer.

F. Hueppe. **Ueber Chlorophyllwirkung chlorophyllfreier Pflanzen.** Bot. Zentralblatt. Von *O. Uhlworm.* Bd. XXXIII. 1888. Nr. 2. S. 60.

P. Rittinghaus. **Ueber die Widerstandsfähigkeit des Pollens gegen äußere Einflüsse.** Inaugural-Dissertation. Bonn. 1887.

III. Agrar-Meteorologie.

Neue Litteratur.

R. von Lendenfeld. **Der Einfluß der Entwaldungen auf das Klima Australiens.** *Petermann*'s Mittheilungen a. Justus Perthes' geogr. Anstalt. 1888. Bd. 34. S. 41.

In vorliegender vorläufiger Mittheilung versucht Verf. den Nachweis zu liefern, daß der Einfluß des Waldes in Australien ein anderer sei als in Europa. Es herrschen unter den in erster Linie interessirten Einwohnern Australiens selbst zwei entgegengesetzte Ansichten; die allgemeinere ist die, daß durch Entwaldung das Klima trockener werde, nach der anderen soll eine Abholzung keinen Einfluß auf das Klima haben und soll letzterer, wenn er überhaupt vorhanden wäre, so geringfügig sein, daß er gegenüber den großen Vortheilen gar nicht in Betracht käme. Die letztere Ansicht wird vorzüglich von den Squatters, den Schafherdenbesitzern, vertreten, welche dabei stark und direkt interessirt sind, so daß man von ihnen kein unparteiisches Urtheil erwarten kann.

Australien ist ein sehr trockenes Land, nur der nördliche Theil ist den tropischen Regen ausgesetzt; auch ist nur die südöstliche Ecke gebirgig; nur hier finden sich über 2000 m hohe Gipfel. Diese Erhebungen steigern die Regenmenge sehr bedeutend, und diesem Umstande danken die Kolonien von Neusüdwales und Viktoria ihre hohe Produktivität.

Abgesehen von den Alpen und der Ostküste ist ganz Australien äußerst trocken. Es regnet im Innern fast gar nicht, und selbst näher an der Küste, im größeren Theile von Neusüdwales und Viktoria, ist die Regenmenge eine sehr unbedeutende — nur 200 mm durchschnittlich im Jahre. Alle Pflanzen besitzen besondere Einrichtungen, einerseits um den Wasserzufluß von unten zu erhöhen — größerer Tiefgang der Wurzeln — und andererseits um die Verdunstung zu vermindern.

Fast alle Bäume und Sträucher im Innern Australiens produziren eine große Menge ätherischen Oeles. Dieses kühlt die Blätter durch die Verdunstung ab und breitet sich in Gasform über den Wald aus. Die mit Aether getränkte Luft ist nach *Tyndall* für Wärmestrahlen weniger durchgängig als gewöhnliche Luft: so schützt sich also der Baum auch durch einen Aethermantel vor allzugroßer Erhitzung und Verdunstung. Die Blätter der Eukalyptusbäume kehren der Sonne nicht die Breitseite, sondern nur den schmalen Rand zu, wodurch die Insolation möglichst herabgedrückt wird. Die ausdauernden Pflanzen im

Innern Australiens sind also mit allen Mitteln ausgestattet, um der Trockenheit erfolgreich zu widerstehen.

Außer diesen Pflanzen kommen aber auch zahlreiche kleine Gräser und Kräuter vor, welche Verf. mit *Volkens* ephemere nennen will. Diese haben gar keine Lebenseinrichtungen gegen die Verdunstung. Ihre Wurzeln gehen nicht tief ins Erdreich hinab und ihre Spaltöffnungen klaffen bei Tage. Da ihre Früchte und Samen massenhaft in der Erde liegen, so schießen sie nach jedem Regenguß auf und bekleiden die kahle Fläche mit frischem Grün. Sie sind es, welche den Schafen vorzüglich zur Nahrung dienen.

So lange sich in den oberflächlichen Bodenschichten noch etwas Grundwasser findet, gedeihen die ephemeren Pflanzen gut. Ist aber dieser Vorrath aufgezehrt, dann sterben sie rasch ab, weil kein Ersatz von unten stattfindet. Die Bäume senden ihre Wurzeln sehr tief hinab; ihre Verästelungen breiten sich 3—5 m unter der Oberfläche überall aus. In der Tiefe hält sich stets, selbst nach lange dauernder Dürre, etwas Feuchtigkeit, und diese steigt kapillar nach oben. Indem die Bäume diesen aufsteigenden Wasserstrom für sich in Anspruch nehmen, bleibt nichts für die flachwurzelnden Gräser und Kräuter übrig. Verf. ist auf seinen Reisen im Innern von Neusüdwales tagelang durch Wald geritten oder gefahren, ohne Gras zu sehen. Der Boden, zum großen Theil aus rothem Lehm bestehend, ist flach und glatt wie ein Asphaltpflaster und hart wie Stein.

Wenn es in solchen Wäldern regnet, so schießt der größte Theil des Wassers über die kahle Fläche hin und ergießt sich in die Tiefen. Das Wasser fließt so rasch ab, daß es kaum Zeit hat, in den harten, glatten und nicht porösen Boden einzudringen. Es verhindert also hier der natürliche Wald keineswegs, daß das Wasser rasch abfließt, und derselbe erhöht daher die Feuchtigkeit des Bodens und der Luft nicht.

An vielen Stellen haben die Squatters begonnen, soweit es die Gesetze gestatten, den Wald zu vernichten. Die Bäume werden durch Anbringung von Ringschnitten getödtet und später verbrannt. Die lokale Wirkung dieser Abholzung ist, wie Verf. an verschiedenen Orten wahrgenommen zu haben glaubt, eine geradezu fabelhafte. Die kahle Fläche bekleidet sich mit vielen Grasarten und an Stellen, wo man vorher nur 100 Schafe halten konnte, gedeihen jetzt 1000.

Das Gedeihen der Gräser beruht, wie Verf. meint, darauf, daß nunmehr der aufsteigende Wasserstrom die oberen Bodenschichten erreicht, daß durch das Verwesen der abgestorbenen Wurzeln der Gräser (sowie derjenigen der Bäume aus früherer Zeit) das Erdreich porös wird, und das Wasser zwischen den Gräsern hindurchfließend einen mechanischen Widerstand findet, so daß unter diesen verschiedenen Einwirkungen das atmosphärische Wasser besser als früher zur Zeit der Waldvegetation zurückgehalten wird.

Das im Boden zurückgehaltene Wasser verdunstet und erhöht hierdurch den Feuchtigkeitsgehalt der Luft.

„Zugegeben auch, daß durch die Entwaldung die Quellen wasserreicher würden, indem im Grasland weniger von dem tieferen Grundwasser durch die Pflanzen aufgesaugt wird als im Walde, so kann das hier unser Urtheil nicht

beeinflussen. Erstens wird die etwaige relativ bedeutendere Quellenbildung, die im Grasland bei jedem Regenfalle vom Boden aufgesaugte Wassermenge lange nicht aufwiegen; und zweitens wird das Quellwasser selbst auf seinem Wege durch die flacheren Niederungen größtentheils der Luft zurückgegeben werden, ohne das Meer zu erreichen."

„Wir kommen also zu dem Schlusse, daß in warmen und trockenen Gebieten, wie im Innern Australiens, die Entwaldung eine Erhöhung und nicht eine Herabminderung der Feuchtigkeit und der Niederschlagsmenge herbeiführen muß. Wir müssen auch annehmen, daß diese Wirkung sich bis zu einem bestimmten Punkte potenziell steigern wird. Es würden dadurch immer größere Wassermassen auf Australien herabgezogen und theilweise dort festgehalten werden."

E. W.

***H. Blanford.* Wald und Regen in Indien.** Journ. of the Asiatic Society of Bengal. T. I. 1887. — Meteor. Zeitschrift. 1888. S. 235.

Verf. veröffentlicht an bezeichnetem Orte einen Auszug aus dem II. Theil seiner großen Abhandlung über den Regenfall in Indien, welcher sich mit dem Nachweis einer Beziehung zwischen Regenfall und Wald beschäftigt. Wir folgen, in Rücksicht auf das Interesse, welches der Gegenstand bietet, hier wörtlich dem Referate *J. Hann*'s in der Meteor. Zeitschrift.

Mit Recht sagt Verf., daß, wenn man untersuchen will, ob der Regenfall durch die Waldbedeckung in der That vermehrt werde, man nicht Gegenden miteinander vergleichen dürfe, welche auch in anderer Hinsicht verschiedene physische Beschaffenheit haben. Es ist ein hoffnungsloses Unternehmen, den Regenfall in verschiedenen von einander entfernten Gegenden in dieser Hinsicht mit einander zu vergleichen, wenn man eine entscheidende Antwort auf die Frage über den Einfluß des Waldes auf den Regenfall erlangen will. Der einzige wirklich beweiskräftige Nachweis wäre nur dann zu erlangen, wenn man von ein und derselben Gegend (Gebiet von wenigstens einigen hundert engl. Quadratmeilen Ausdehnung) den mittleren Regenfall vor und nach der Entwaldung feststellen könnte. Ein solcher Nachweis scheint aber kaum erbracht werden zu können, weil vor der Entwaldung einer Gegend nicht leicht eine genügende Zahl von Regenstationen vorhanden gewesen sein dürfte. Glücklicherweise giebt es aber in Indien ein Gebiet, welches früher entwaldet, seit einiger Zeit sich allmählich wieder mit Wald bedeckt, und über welchem eine größere Zahl von Regenmeßstationen schon während der Entwaldung in Thätigkeit war. Diese Region liegt in den südlichen Zentralprovinzen Indiens. Die Area derselben ist ca. 61000 engl. Quadratmeilen und ist jetzt zu $^5/_6$ des Ganzen wieder bewaldet. Vor 1875 aber waren diese Waldungen durch eine eigenthümliche Art von Raubbau der Eingeborenen größtentheils vernichtet, und das Land, soweit es unkultivirt war, eine steinige Fläche. Mit dem Jahre 1875 wurde dieser Raubbau von Seite der Regierung unterdrückt und die ganze große Fläche bedeckte sich allmählich wieder mit Wald.

Auf diesem Gebiete befanden sich von 1867 bis 1885 14 Stationen mit kompleten Regenregistern, und gestatten derart, den mittleren Regenfall zur Zeit der Entwaldung mit jenen bei wieder zunehmender Bewaldung zu vergleichen.

Um allgemeinere Ursachen der Anwendung des Regenfalls konstatiren zu können, vergleicht Verf. auch den Regenfall in beiden Perioden auf dem außerhalb gelegenen Gebiete.

Nimmt man für alle Stationen das Mittel der Jahre 1867/75, welches der Entwaldung zugehört, und vergleicht es mit dem Mittel der Periode 1876/85, wo die Wälder geschützt, wieder an Ausdehnung zunahmen, so zeigen alle Stationen, mit Ausnahme einer einzigen, eine Zunhme des Regenfalls in der zweiten Periode der zunehmenden Bewaldung, und zwar im Mittel um 173 mm, d. i. mehr als 12% der mittleren Regenmenge. Der Regenfall des außerhalb liegenden Gebietes zeigt dagegen eine Abnahme von der ersten zur zweiten Periode um 75 mm.

Es wäre aber immerhin möglich, daß gewisse Verhältnisse der Regenvertheilung, die Verf. näher erörtert, die Ursache dieser Erscheinung gewesen sein könnten, obgleich dies an sich wenig wahrscheinlich ist. Man kann aber noch eine andere Methode der Untersuchung wählen, die von diesem Einwurf frei ist. Wenn die zunehmende Wiederbewaldung die Ursache der Zunahme des Regenfalls ist, so muß dieselbe einen progressiven Charakter an sich haben, die Zunahme des Regenfalls muß eine fortschreitende sein, wie die der Waldbedeckung. Um diese Schlußweise anzuwenden, bildet Verf. aus den Regensummen der aufeinander folgenden Jahre ausgeglichene Mittel und vergleicht dieselben mit den gleicherweise behandelten Jahresmitteln des Regenfalls über ganz Indien. Die Endresultate mögen hier stehen.

Ausgeglichene Jahressummen des Regenfalls (engl. Zoll).

	1869	1870	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883.
Waldregion der Zentralprovinzen:	45,3	47,7	48,4	47,5	47,0	48,8	50,1	49,6	50,4	52,6	53,8	54,5	55,3	56,5	58,6
Indien überhaupt:	41,0	42,6	43,0	41,7	42,2	42,4	42,4	40,5	41,1	43,3	43,5	42,4	42,4	43,0	43,1.

Während sich demnach in den Zentralprovinzen eine fortschreitende Zunahme des Regenfalls unverkennbar nachweisen läßt, zeigt der Regenfall über ganz Indien eine bemerkenswerthe Konstanz innerhalb der gleichen Periode. Es ist dies ein sehr gewichtiges Argument für den Einfluß der zunehmenden Bewaldung der Zentralprovinzen auf den Regenfall. Seit 1875 scheint hier der Regenfall bis 1883 um 20 pCt. zugenommen zu haben.

Der Autor bespricht dann eingehender die Verläßlichkeit der hierbei benutzten Regenaufzeichnungen, die allem Anschein nach nichts zu wünschen übrig läßt, sowohl was die verwendeten Regenmesser (die ungeändert geblieben sind), als auch die Sorgfalt der Beobachter anlangt.

Seit einigen Jahren werden von den Beamten des indischen Forstdepartements Beobachtungen angestellt, ähnlich jenen, die Prof. *Ebermayer* in Bayern eingeführt hat. Es werden seit 1884 an einigen passenden Orten, über welche Näheres berichtet wird, Regenmessungen außerhalb eines größeren Waldareals und innerhalb desselben auf einem freien Platze vorgenommen. An jeder der beiden Korrespondenzstationen sind zwei Regenmesser, der eine am Boden, der andere in 60 Fuß Höhe aufgestellt. Die Resultate dieser Messungen in zwei verschiedenen Theilen Indiens werden von Juni 1884 bis Dezember 1885 nach Monatssummen mitgetheilt. Es ergiebt sich auch aus diesen Messungen eine etwas größere Regen-

menge über dem Wald gegenüber dem unbewaldeten Lande in der Umgebung. Der Regenmesser in 60 Fuß Höhe gab 4 pCt., der am Boden 2 pCt. mehr Regen im Walde.

Im Zusammenhang mit dem Vorhergehenden kann auch noch folgender Thatsache einige Beweiskraft für den Einfluß des Waldes zugestanden werden. Im Herzen der großen Ebene des Pendschab zwischen dem Rovi und dem Dschilam, etwa 50 engl. Meilen südlich von Lahore, ist durch künstliche Bewässerung seit 16 Jahren ein etwa 31²/₃ engl. Quadratmeilen umfassender kräftiger Wald gezogen worden. Außerhalb desselben und in E und SE befindet sich kultivirtes Land; am Rande desselben, 4 Meilen vom Walde entfernt, befindet sich die Station Chuncan. Hier, sowie im Innern des Waldes zu Vahn und dann wieder außerhalb des Waldes zu Bhambeh, 13 Meilen NE vom Waldrande, wird seit längerer Zeit Regen gemessen. Wenn man nun nach der Regenkarte und den beiden außerhalb des Waldrandes liegenden Stationen durch graphische Interpolation die Regenmenge der Station Vahn im Walde ermittelt, so findet man dieselbe zu 14,85 Zoll, während die Messungen 15,76 Zoll, also nahe um einen Zoll mehr Regen ergeben.

Alle diese Thatsachen zusammen sprechen somit sehr entschieden zu Gunsten der Annahme, daß der Wald auf eine Zunahme der Regenmenge wirkt, wenigstens in dem Klima eines heißen Landes wie Indien.

J. Aitken. **Bemerkungen über Reif.** Proceedings of the royal society of Edinburgh. Vol. XIV. Nr. 123. p. 121. — Naturw. Rundschau. 1888. Nr. 22. S. 278.

Daß die gewöhnliche Vorstellung, der Reif sei gefrorener Thau, nicht ganz berechtigt ist, beweist nach dem Verf. die Verschiedenheit der Bedingungen, unter denen diese beiden Niederschlagsformen sich bilden.

Wenn eine Oberfläche, z. B.: eine Glasplatte, in der Nähe des Bodens horizontal in einer Thaunacht exponirt wird, so sind die dem Winde zugekehrten Ränder in der Regel trocken. Wird derselbe Körper bei so niedriger Temperatur exponirt, daß sich Reif bilden kann, so ist nicht nur das ganze Glas mit Reif bedeckt, sondern an den dem Winde zugekehrten Kanten ist die Ablagerung am stärksten. Ebenso zeigen alle Objekte die stärkste Reifbildung nicht oben, wo die Strahlung am größten, sondern an den dem Winde exponirten Seiten.

Es fragt sich nun, was der Grund des Unterschiedes ist, warum dort, wo bei Temperaturen über Null die Oberflächen trocken bleiben, unter 0° der meiste Reif sich bildet. Zweifellos entsteht an der Windseite kein Thau in den Thaunächten, weil die Luft, welche ankommt, nicht gesättigt ist und erst über den abgekühlten Körper streichen muß, um unter ihrem Thaupunkt sich abzukühlen. Bei der Reifbildung scheint hingegen die Luft so zu wirken, als wäre sie übersättigt; die Eiskrystalle wachsen der ankommenden Luft entgegen, die nicht erst abgekühlt zu werden braucht. Da nun aber die Luft niemals wirklich übersättigt sein kann, so giebt Verf. nachstehende Erklärung für die hier obwaltenden Verhältnisse.

Vor längerer Zeit ist von *James Thomson* und *Kirchhoff* der Satz aufgestellt worden, daß die Dampfspannung des Eises kleiner sein müsse als die des Wassers

bei derselben Temperatur; *Ramsey* und *Young* haben später nachgewiesen, daß dies wirklich der Fall sei, und sie haben die Temperaturen von Eis und Wasser unter demselben Dampfdruck experimentell verglichen und zwar bis zu der Temperatur von 9° unter dem Gefrierpunkt. Sie fanden, daß Eis und Wasser dieselbe Temperatur hatten bei 32° F. und unter einem Druck von 4,6 mm. Wenn aber der Druck noch weiter vermindert wurde, war das Wasser kälter als das Eis, und wenn der Druck etwa 3,2 mm war, hatte das Wasser eine Temperatur von 23° F. und das Eis etwa 24° F.; das Wasser war also einen Grad (F.) kälter als das Eis.

Es ist also klar, daß wenn Eis durch irgend ein Mittel auf dieselbe Temperatur abgekühlt worden ist, seine Dampfspannung geringer sein wird als die des Wassers. Wenn wir also eine Oberfläche von Wasser und eine von Eis von derselben Temperatur neben einander haben, dann wird der Dampf vom Wasser zum Eis übergehen, weil der Dampfdruck des Wassers größer ist als der des Eises; die Luft, welche für eine Wasseroberfläche gesättigt ist, ist übersättigt für eine Eisfläche.

Etwas Aehnliches geschieht, wenn sich Reif bildet. Wenn die Luft sich abkühlt, dann erfolgt Kondensation an den Staubkernen, die stets in ihr schweben und es entsteht Nebel. Diese in der Luft kondensirte Feuchtigkeit scheint immer die flüssige Form zu haben, wenigstens bemerkt man auch bei Frostwetter nichts, was darauf hinweist, daß die Partikelchen gefroren sind; kein optisches oder sonstiges Phänomen existirt, wie es von gefrorenem Nebel in der Atmosphäre zu erwarten wäre. Daß die Temperatur der Luft weit unter dem Gefrierpunkt liegt, ist kein Beweis, daß die Nebeltheilchen fest sein müssen, da bekanntlich Wasser, selbst in Berührung mit festen Oberflächen und mit günstigen Kernen, um Gefrierzentra zu bilden, noch bei einer Temperatur weit unter dem Gefrierpunkt flüssig bleibt. Dünne Häute und kleine Tropfen scheinen schwer zu frieren; und oft sieht man die Nachtstrahlungsthermometer viele Grade unter dem Gefrierpunkt abgekühlt, und doch die an ihrer Oberfläche kondensirte Haut in flüssigem Zustande. Hiermit scheint es also in Uebereinstimmung, daß die Nebeltheilchen bei Frostwetter flüssig sind.

Wenn nun Wasserpartikelchen bei frostigem und nebligem Wetter in der Atmosphäre herumfliegen und der Druck des Dampfes in der Luft somit dem einer flüssigen Oberfläche entspricht, so wird er größer sein als der Dampfdruck für Eis bei derselben Temperatur. Unter diesen Verhältnissen wird die Luft sich schnell von einem Theile ihres Dampfes entlasten, wenn sie mit einer Eisoberfläche in Berührung kommt. Dies scheint der Grund zu sein, warum der Rauhreif nach der Richtung hin wächst, aus welcher die Luft anlangt, weil die Luft, da sie übersättigt ist, sich an der ersten Eisfläche, mit der sie in Berührung kommt, entlastet, und nicht, wie bei der Thaubildung, erst durch besondere Umstände veranlaßt zu werden braucht, ihren Dampf abzugeben.

Dies sind die extremsten Verhältnisse, unter denen sich Thau und Reif bilden, da sie die Sache besser aufklären. Es giebt jedoch viele Zwischenzustände, in denen sowohl Thau als Reif in fast gleicher Weise gebildet zu werden scheinen. In manchen Nächten findet man die Glasplatten über und über mit Thau bedeckt, auch an allen Kanten, und in manchen Nächten bildet sich wieder kein Reif an den dem Winde zugekehrten Kanten der Platte, und die Luft muß erst eine Strecke



über die Platte ziehen, um sich für die Ablagerung der Feuchtigkeit stark genug abzukühlen. Ersteres tritt ein bei Windstille, wenn die Luft nahezu gesättigt ist, letzteres bei lebhaftem Winde, klarem Himmel und nicht gesättigter Luft.

Soweit des Verf. Erinnerungen und Aufzeichnungen reichen, hat er niemals eine starke Reifbildung beobachtet, wenn der Himmel klar gewesen oder unter Umständen, in denen reichlichste Thaubildung eintritt. In allen Fällen hingegen, wo die Bäume und alle exponirten Oberflächen in Krystallkleider gehüllt werden, scheint diese Umwandelung in einer dicken nebligen Luft vor sich zu gehen und erst die Morgensonne löst den Schleier und enthüllt die Schönheit. Dicker Nebel scheint die allgemeine Bedingung für das Wachsthum des Rauhreifes zu sein, und nach der obigen Erklärung ist er nothwendig.

In denselben Nächten, in denen der Reif sich reichlich bildet, entsteht wenig oder gar kein Thau, weil die Strahlung durch den Nebel gehindert ist. Auch wenn die Temperatur höher wäre, würde sich in den nebligen Nächten kein Thau bilden. Die Reifnächte entsprechen keineswegs den Nächten mit Thaubildung, sondern denjenigen Nächten, wo alles naß und tropfend ist, aber nicht von Thau, sondern von niedergeschlagenen Nebeltheilchen. Die Thaubildung hingegen erfordert als erste Bedingung klare Luft, welche die Ausstrahlung und Abkühlung der Körper begünstigt, während die Strahlung für die Rauhreifbildung nicht nöthig ist, da die Nebeltheilchen die Luft bis zu ihrer Sättigungstemperatur über Wasseroberflächen abkühlen, und dann die gesättigte Luft an den Eiskernen sich in oben beschriebener Weise ablagert.

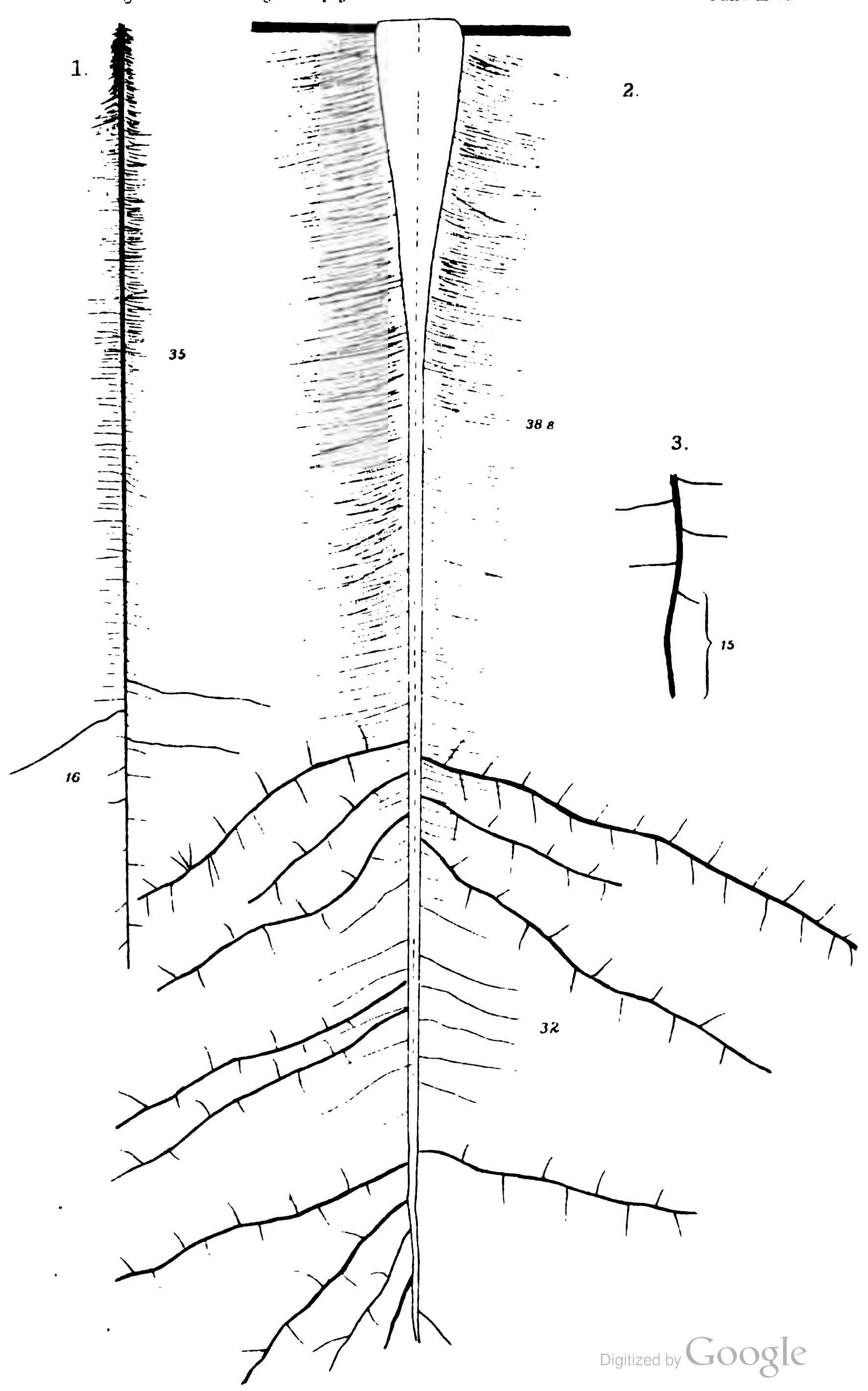
G. Hellmann. **Niederschlagsmessungen in und um Berlin.** Jahresber. d. Berliner Zweigver. d. deutschen meteor. Ges. Berlin 1888. S. 9.

H. Fritz. **Beiträge zur Beziehung irdischer Erscheinungen zur Sonnenthätigkeit.** Vierteljahrsschrift d. naturf. Ges. in Zürich. Bd. XXXII. Heft 4. 1887.

E. Berg. **Die Bedeutung der absoluten Feuchtigkeit für die Entstehung und Fortpflanzung der Gewitter.** Rep. f. Meteor. Bd. XI. Nr. 3.

W. Kohlrausch. **Ein Versuch, die Elektrizitätsmenge der Gewitterentladungen zu schätzen.** Elektrotechn. Zeitschrift. 1888. S. 123.

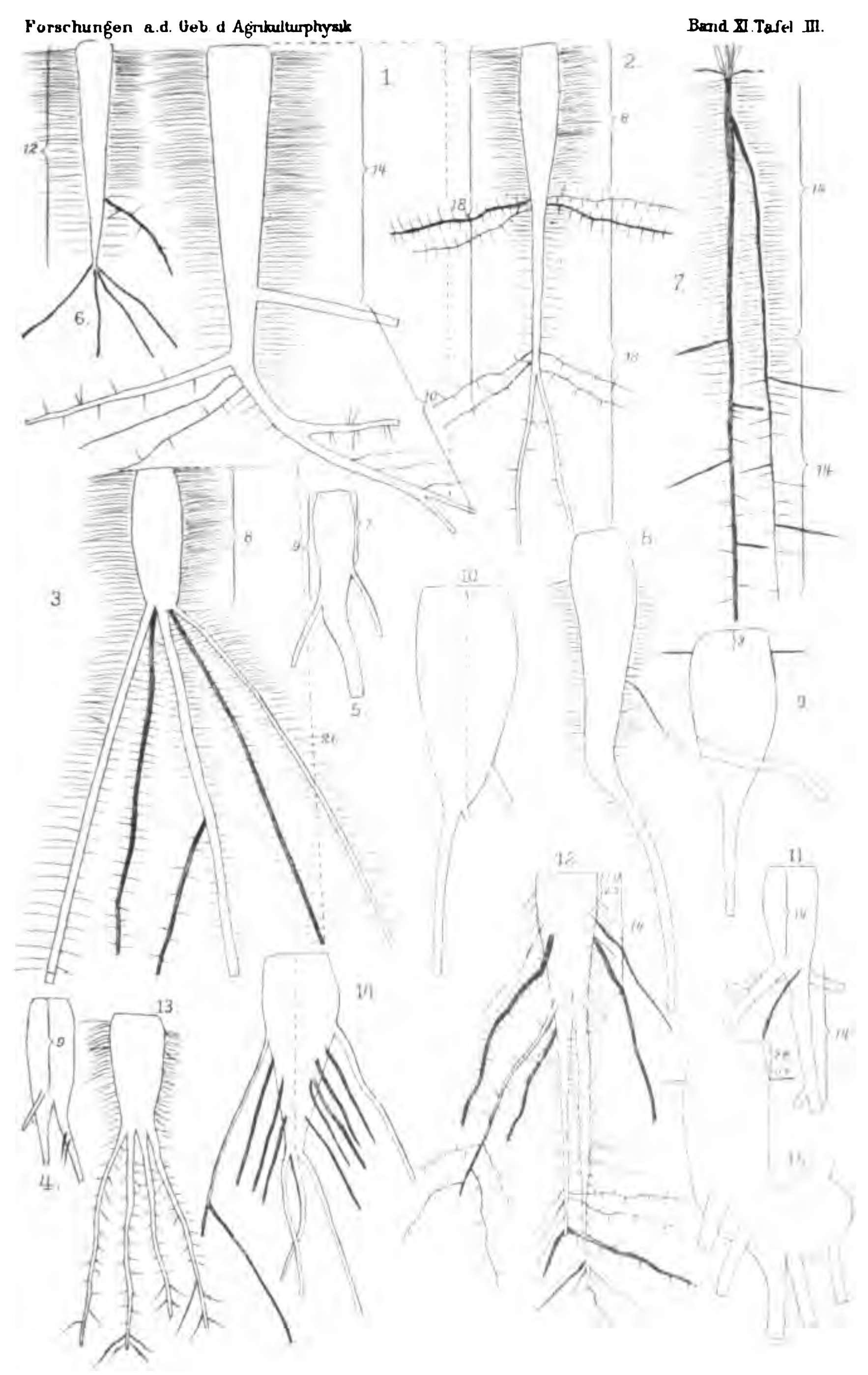




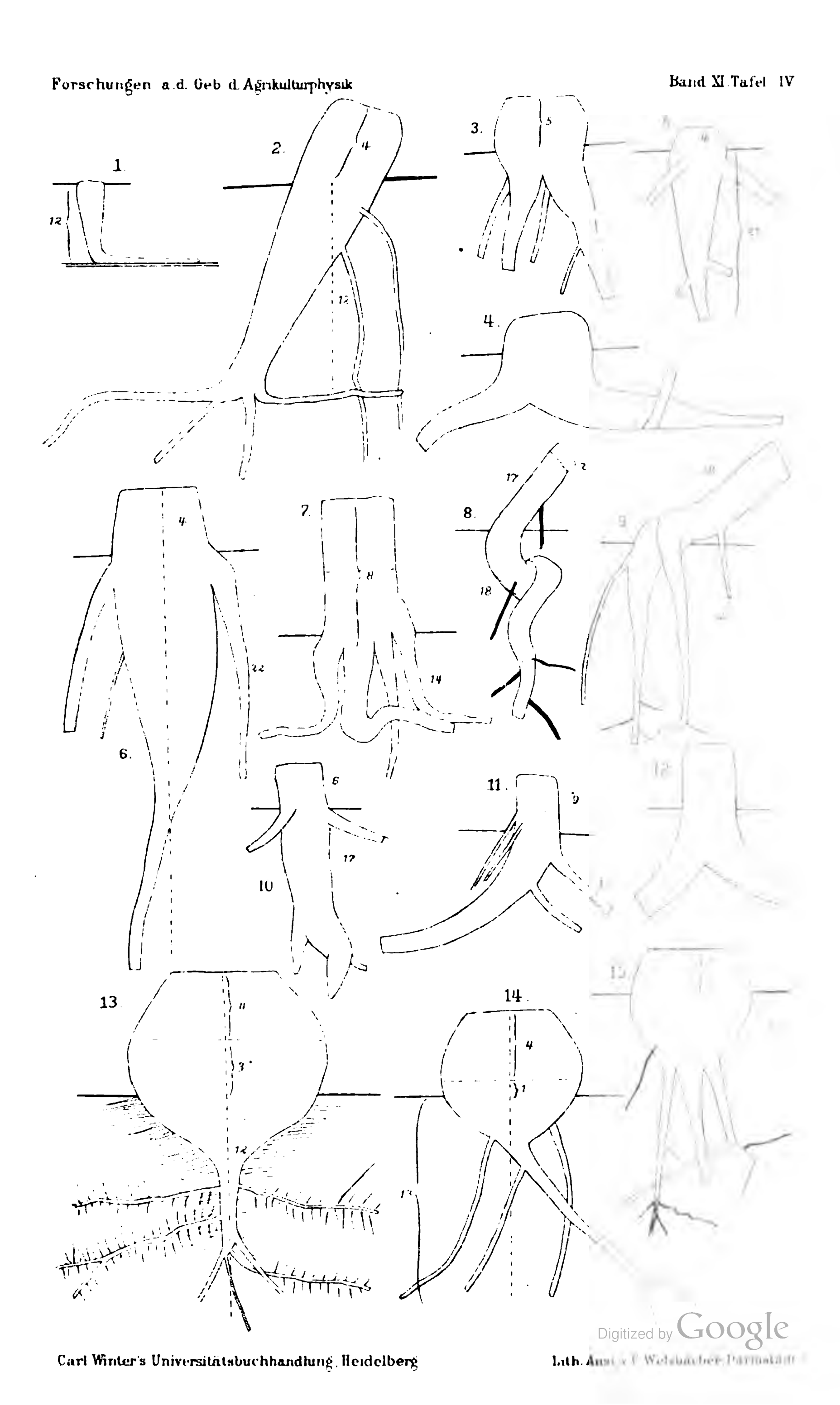
Carl Winter's Universitätsbuchhandlung Heidelberg		Lith. Anst. v. C. Welzbacher, Darmstadt

1a. 1b. 2a. 2b. 3a. 3b. 4.

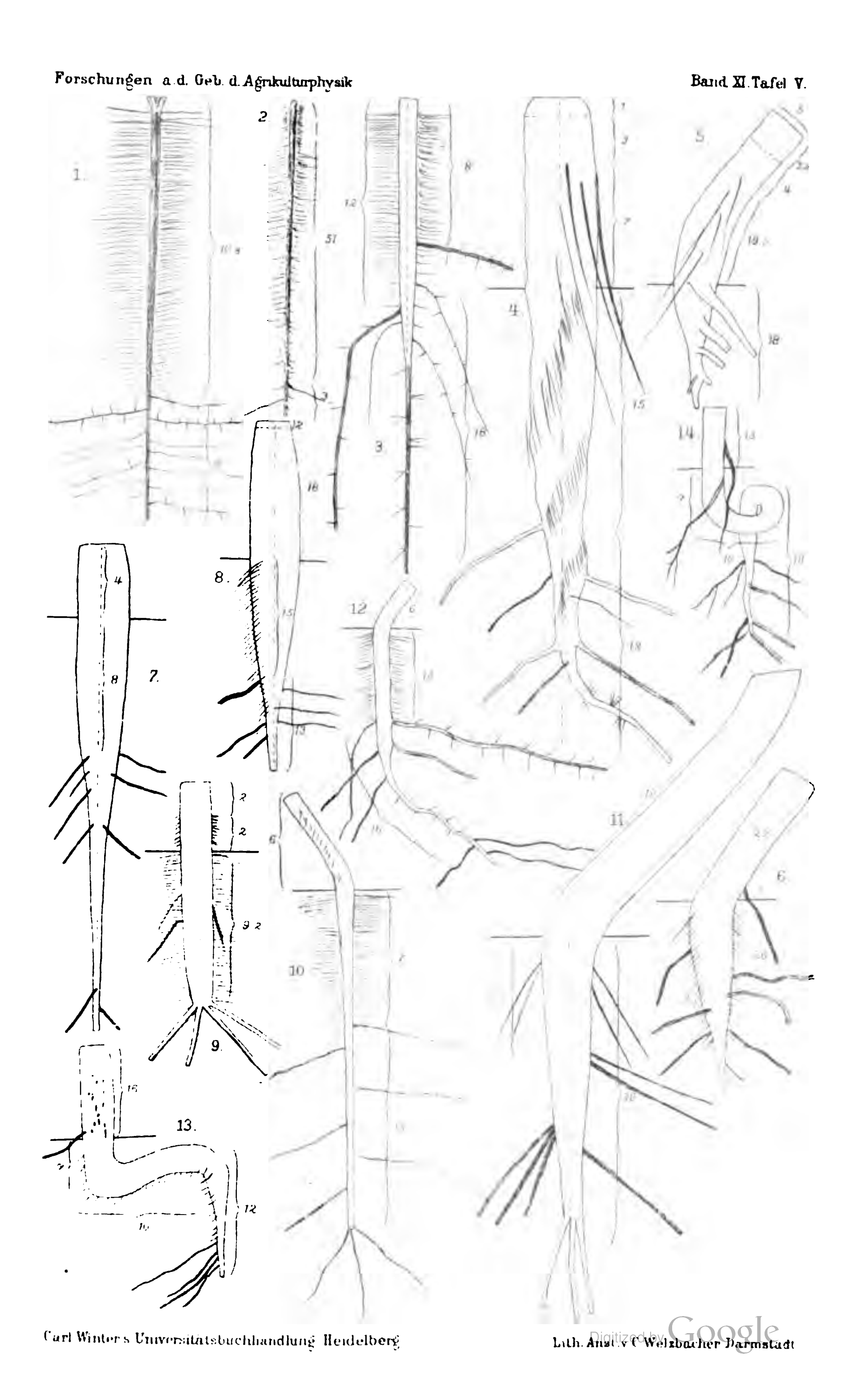
Carl Winter's Universitätsbuchhandlung. Heidelberg Lith. Anst. v. C. Welzbacher, Darmstadt



Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg Lith. Anst. v. C. Welzbacher, Darmstadt

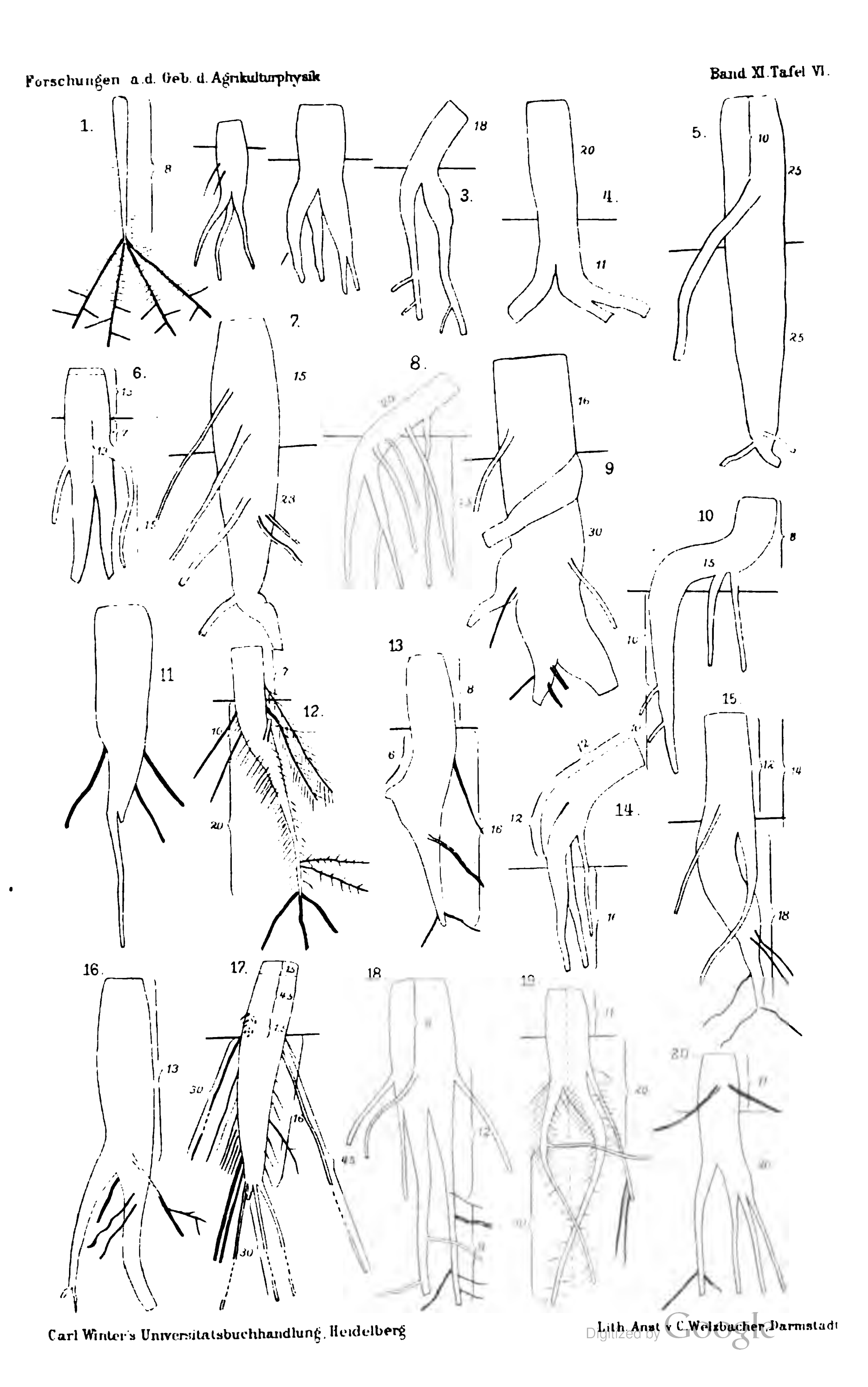


Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg



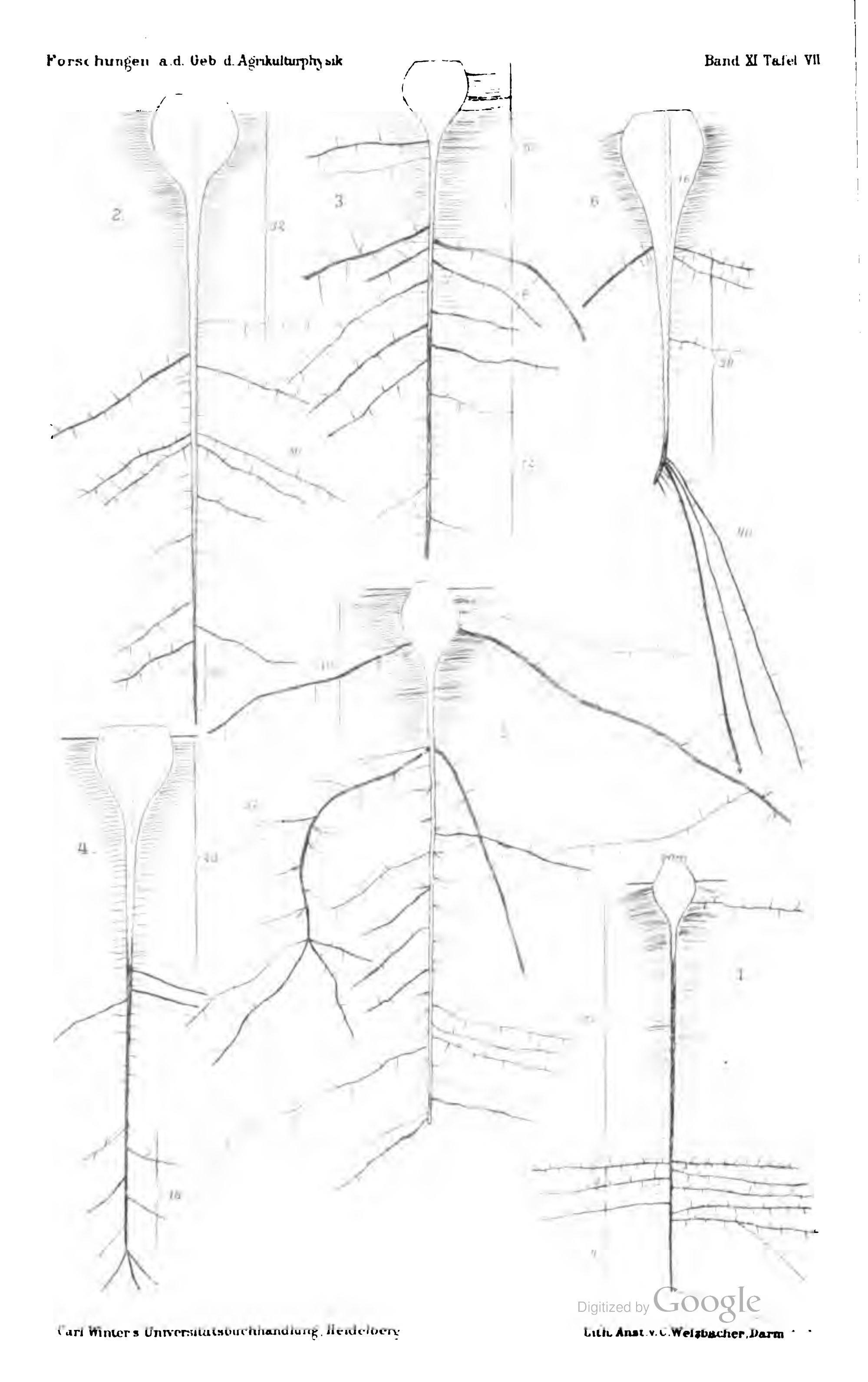
Carl Winter's Universitätsbuchhandlung Heidelberg

Lith. Anst. v. C. Welzbacher Darmstadt

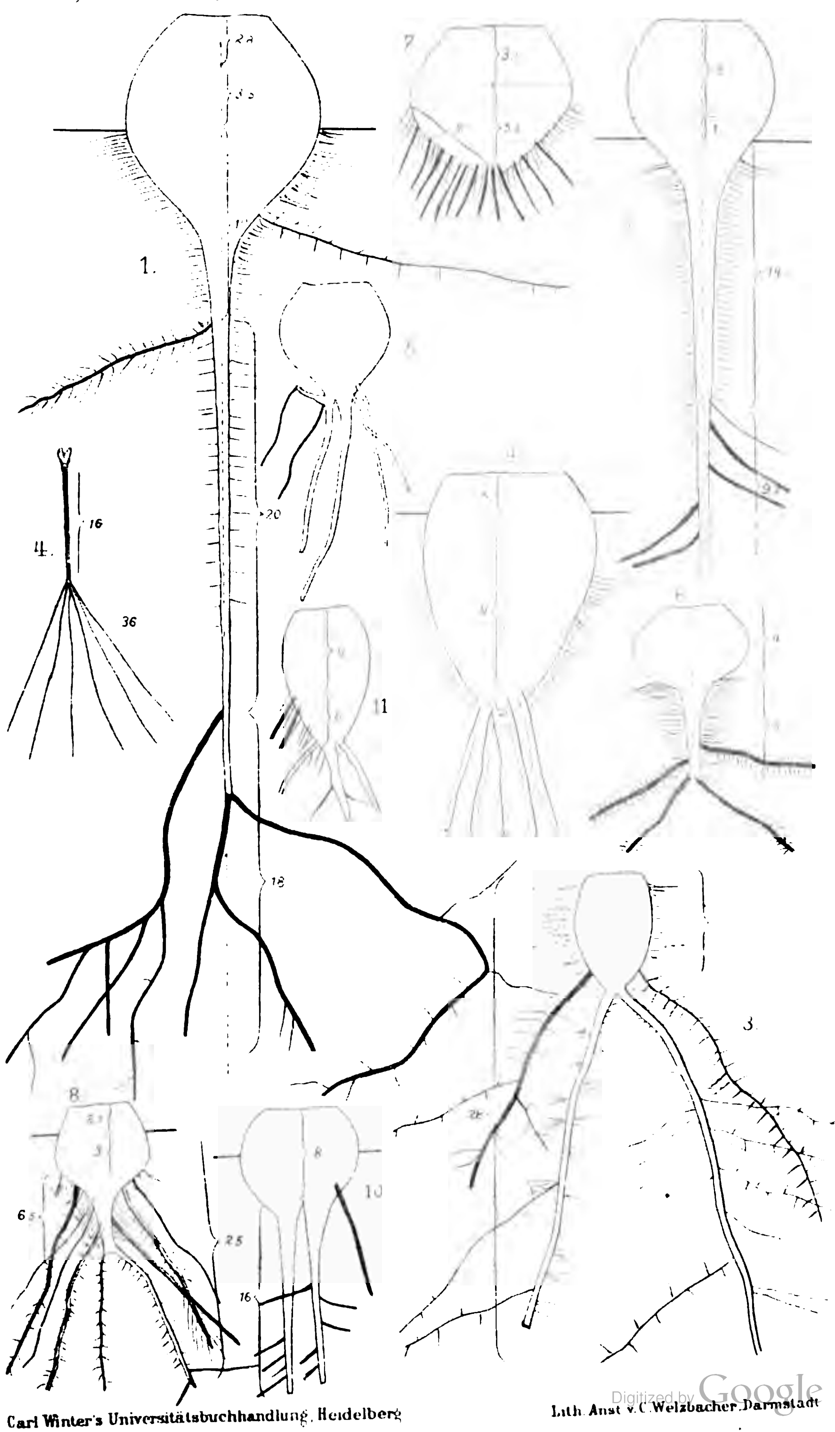


Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg

Lith. Anst. v. C. Welzbacher, Darmstadt



Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg Lith. Anst. v. C. Welzbacher, Darm



Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg

Lith. Anst. v. C. Welzbacher, Darmstadt

FORSCHUNGEN

AUF DEM

GEBIETE DER AGRIKULTURPHYSIK.

UNTER MITWIRKUNG DER HERREN:

DR. J. VAN BEBBER IN HAMBURG; PROF. DR. A. BLOMEYER IN LEIPZIG; PROF. DR. J. BÖHM IN WIEN; PROF. DR. J. BREITENLOHNER IN WIEN; PROF. DR. W. DETMER IN JENA; PROF. DR. E. EBERMAYER IN MÜNCHEN; DR. C. FERRARI IN TREGNAGO; PROF. DR. E. GODLEWSKI IN DUBLANY (GALIZIEN); DR. G. HAVENSTEIN IN BONN; PROF. DR. R. HEINRICH IN ROSTOCK; PROF. DR. E. HEIDEN IN POMMRITZ; PROF. DR. E. W. HILGARD IN BERKELEY (CALIFORNIEN U. S.); PROF. DR. F. v. HÖHNEL IN WIEN; PROF. DR. S. W. JOHNSON IN NEW-HAVEN (CONNECTICUT U. S.); PROF. DR. L. JUST IN KARLSRUHE; PROF. DR. J. KÜHN IN HALLE A./S.; PROF. DR. C. KRAUS IN WEIHENSTEPHAN; DR. C. LANG IN MÜNCHEN; PROF. DR. TH. LANGER IN MÖDLING; DR. J. R. LORENZ VON LIBURNAU IN WIEN; PROF. DR. A. VON LIEBENBERG IN WIEN; PROF. DR. MAREK IN KÖNIGSBERG I./PR.; PROF. DR. A. MAYER IN WAGENINGEN (HOLLAND); PROF. DR. J. MÖLLER IN INNSBRUCK; PROF. DR. A. MÜLLER IN BERLIN; DR. H. MÜLLER-THURGAU IN GEISENHEIM; PROF. DR. J. NESSLER IN KARLSRUHE; PROF. DR. A. ORTH IN BERLIN; PROF. DR. R. PEDERSEN IN KOPENHAGEN; DR. E. RAMANN IN EBERSWALDE; DR. W. RIEGLER IN WIEN; PROF. DR. E. VON RODICZKY IN KASCHAU (UNGARN); DR. W. SCHUMACHER IN BONN; DR. P. SORAUER IN PROSKAU; PROF. DR. J. SOYKA IN PRAG; DR. F. C. TSCHAPLOWITZ IN PROSKAU; PROF. DR. A. VOGEL IN MÜNCHEN; PROF. DR. P. WAGNER IN DARMSTADT; PROF. DR. G. WILHELM IN GRAZ

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. E. WOLLNY,

PROFESSOR IN MÜNCHEN.

ELFTER BAND. DRITTES HEFT.

HEIDELBERG.

CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.

1888.

